

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE CIVIL**



**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**“EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RIESGO DE AFECTACIÓN A LA SALUD DE  
LOS TRABAJADORES POR EL POLVO QUE SE GENERA EN EL MOVIMIENTO  
DE TIERRAS EN LA AMPLIACIÓN DE LA AV. SIMÓN BOLÍVAR EN EL  
SECTOR DE POMASQUI”**

***AUTOR:***

***JONATHAN SEBASTIAN MORALES FLORES***

***DIRECTOR: ING. JORGE BUCHELI***

**QUITO, 2016**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que me colaboraron de una u otra manera para el desarrollo de esta investigación.

A Dios por darme el apoyo y fortaleza para cada día alcanzar las metas propuestas en mi vida.

Al Ing. Jorge Bucheli, director de la disertación, por su dedicación y paciencia para guiarme en la dirección y corrección de la investigación, sobre todo con el equipo de medición y su conocimiento brindado.

Al Ing. Wilson Cando e Ing. Santiago Muñoz, correctores de la disertación por el tiempo y dedicación que entregaron para la finalización de la investigación.

A mi familia por ser el apoyo fundamental en mi vida quienes con su ayuda y guía me forman como un buen ser humano, también agradezco a otra persona muy importante en mi vida, Ally por ser la persona que siempre me apoya para cumplir mis sueños y metas.

A mis amigos de la universidad, Miguel, Daniel, Carlos G., Paul, David, Rubén, Francisco, Johnny, Carlos J., con quienes compartí momentos únicos y su apoyo fue fundamental en los momentos más duros de la carrera para salir adelante, gracias por ser buenos amigos.

## **DEDICATORIA**

A mi familia en especial a mi querida madre Marlene quien es mi principal motivación para cumplir mis metas, a mi padre Marco que con su enseñanza y amor me dio la fortaleza para alcanzar mis sueños.

A mis hermanos Santiago, Diego y Andrea quienes con su ejemplo me enseñan a cumplir mis objetivos y sueños planteados en mi vida.

A mis abuelitos con los cuales compartí mis mejores años de mi vida y gracias a su enseñanza y ejemplo soy una gran persona.

**SEBASTIAN MORALES**

## **RESUMEN**

En la industria de la construcción existe la concentración de material particulado  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  que se generan por la realización de las diferentes actividades, en el momento de la construcción de un proyecto y es así que se plantea la necesidad de evaluar y proponer medidas de control para prevenir que la salud de los trabajadores se vea afectada. En la investigación se analiza de una forma cuantitativa las concentraciones de material particulado (polvo) que se genera en la construcción de una vía por la actividad del movimiento de tierras y se determina si las concentraciones de polvo son perjudiciales o no para los trabajadores verificando con los valores límites ambientales (VLA-ED) de la normativa española. Además, se propone medidas de control para evitar altas concentraciones de polvo.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	x
1. CAPITULO I – GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Objetivo de estudio.....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.4.1. Alcance.....	4
1.5. Marco teórico .....	4
1.5.1. La Higiene Industrial.....	4
1.5.2. Agente Químico .....	5
1.5.3. Material particulado .....	5
1.5.4. El Polvo .....	5
1.5.5. Valores Límite Umbral - TLV.....	6
1.5.6. Enfermedades pulmonares que se generan por la exposición de polvos inorgánicos en el entorno laboral. ....	7
1.5.7. Zona de respiración .....	8
1.5.8. Período de referencia.....	9
1.5.9. Exposición.....	9
1.5.10. Exposición Diaria (ED).....	9
1.5.11. Valores Límite Ambientales (VLA-ED) .....	9
1.6. Señalización preventiva para el polvo.....	10
1.6.1. Señal de uso obligatorio para el trabajo en ambientes con polvo.....	11
1.6.2. Señal de advertencia de presencia de polvo en el lugar de trabajo.....	11
2. CAPITULO II – IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CON MAYOR CONCENTRACIÓN DE POLVO .....	12
2.1. Descripción del proyecto.....	12

2.2.	Factores y actividades generadoras de polvo en el movimiento de tierras.....	14
2.2.1.	Movimiento de tierras .....	14
2.3.	Ubicación de las zonas de estudio en campo .....	18
2.4.	Identificación a las personas que más afectación tienen en su lugar de trabajo. ....	20
3.	CAPITULO III – RECOPIACIÓN DE MUESTRAS .....	22
3.1.	Ubicación del equipo de medición in-situ.....	22
3.1.1.	Equipo de Medición del Material Particulado.....	24
3.1.2.	Equipo de Medición de las Condiciones Climáticas en el Entorno Laboral .....	25
3.2.	Tabulación de Datos Obtenidos en Campo .....	28
3.2.1.	Medición al Operador de la Excavadora .....	28
3.2.2.	Medición al Controlador de Excavación .....	30
3.2.3.	Medición al Ingeniero Residente.....	32
3.2.4.	Medición Chofer de la Volqueta .....	34
3.2.5.	Medición Operador del Tractor de Orugas.....	36
3.2.6.	Medición Controlador de la Descarga y Compactación.....	38
3.2.7.	Medición Operador de la Motoniveladora .....	40
4.	CAPITULO IV – ANALISIS DE RESULTADOS .....	42
4.1.	Comparación de los Resultados con los Valores Limites Ambientales (VLA-ED)....	42
4.2.	Medidas de Control Propuestas .....	45
4.2.1.	Control en la Fuente .....	45
4.2.2.	Control en el Medio.....	45
4.2.3.	Control Individual en los Trabajadores .....	46
4.3.	Señalización en el lugar de trabajo.....	50
4.3.1.	Señalización ubicada en campo.....	51
4.3.2.	Equipos de Protección Personal .....	51
5.	CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	54
5.1.	CONCLUSIONES .....	54
5.2.	RECOMENDACIONES .....	57
	ANEXO 1 .....	59
	ANEXO 2.....	60
	ANEXO 3.....	62
	ANEXO 4.....	65
	BIBLIOGRAFÍA: .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DEL PROYECTO DE ESTUDIO. ....	12
FIGURA 2: ESQUEMA DE LOS TRAMOS DEL PROYECTO DE ESTUDIO. ....	13
FIGURA 3: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN EL TRAMO DOS. ....	19
FIGURA 4: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MONITOREO EN LA ESCOMBRERA DE MARESA. ....	20
FIGURA 5: EQUIPO DE MEDICIÓN AEROCET 531S. ....	25
FIGURA 6: EQUIPO DE MEDICIÓN EXTECH 45160. ....	26

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1: DESBROCE Y LIMPIEZA DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. ....	14
FOTOGRAFÍA 2: EXCAVACIÓN Y PERFILADO DEL TALUD. ....	15
FOTOGRAFÍA 3: CARGA DEL MATERIAL DE EXCAVACIÓN. ....	15
FOTOGRAFÍA 4: ACARREO DE MATERIAL. ....	16
FOTOGRAFÍA 5: DESCARGA DE MATERIAL EN LA ESCOMBRERA. ....	16
FOTOGRAFÍA 6: TENDIDO DE MATERIAL EN LA ESCOMBRERA. ....	17
FOTOGRAFÍA 7: RIEGO DE AGUA CON TANQUERO. ....	17
FOTOGRAFÍA 8: NIVELACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO CON LA MOTONIVELADORA. ....	18
FOTOGRAFÍA 9: COMPACTACIÓN CON EL RODILLO LISO. ....	18
FOTOGRAFÍA 10: UBICACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN IN-SITU TRAMO DOS. ...	22
FOTOGRAFÍA 11: RIEGO DE AGUA CON TANQUERO. ....	46
FOTOGRAFÍA 12: SEÑALIZACIÓN DE USO OBLIGATORIO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL. ....	51
FOTOGRAFÍA 13: EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DOTADOS A LOS TRABAJADORES. ....	52



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: RESUMEN DE NORMATIVAS. ....	7
TABLA 2: DIFERENTES PATOLOGÍAS CAUSADAS POR INHALACIÓN DE POLVO INORGÁNICO.....	8
TABLA 3: VALORES LIMITES AMBIENTALES (VLA). ....	10
TABLA 4: CALCULO DEL NÚMERO MÍNIMO DE MUESTRAS POR JORNADA. ....	23
TABLA 5: CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.....	24
TABLA 6: EQUIPO DE MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL ENTORNO LABORAL.....	25
TABLA 7: CONDICIONES CLIMÁTICAS LEVANTADAS IN-SITU.....	27
TABLA 8: TABULACIÓN DE DATOS (OPERADOR DE LA EXCAVADORA). ....	28
TABLA 9: TABULACIÓN DE DATOS (CONTROLADOR DE LA EXCAVACIÓN). ....	30
TABLA 10: TABULACIÓN DE DATOS (INGENIERO RESIDENTE).....	32
TABLA 11: TABULACIÓN DE DATOS (CHOFER DE LA VOLQUETA). ....	34
TABLA 12: TABULACIÓN DE DATOS (OPERADOR DEL TRACTOR DE ORUGAS).....	36
TABLA 13: TABULACIÓN DE DATOS (CONTROLADOR DE LA DESCARGA Y COMPACTACIÓN).....	38
TABLA 14: TABULACIÓN DE DATOS (OPERADOR DE LA MOTONIVELADORA). ....	40
TABLA 15: COMPARACIÓN DE LA CONCERTACIÓN PONDERADA PARA OCHO HORAS CON EL VLA-ED. ....	42
TABLA 16: COMPARACIÓN DE LA CONCERTACIÓN PONDERADA PARA 10 HORAS CON EL VLA-ED.....	43
TABLA 17: LISTADO DE LOS AGENTES QUÍMICOS ORDENADOS POR N° CAS. ....	47
TABLA 18: COMPARACIÓN DE LA CONCERTACIÓN PONDERADA PARA OCHO HORAS CON EL VLA-ED. ....	48
TABLA 19: COMPARACIÓN DE LA CONCERTACIÓN PONDERADA PARA 10 HORAS CON EL VLA-ED.....	49

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN 1: EXPOSICIÓN DIARIA (ED)</b> .....	<b>9</b>
-------------------------------------------------	----------

## **1. CAPITULO I – GENERALIDADES**

### **1.1. Introducción**

En la construcción de una vía se generan diferentes actividades para la realización de la misma, esta actividad demanda la utilización de mano de obra y equipos especializados. Una de las actividades que más se realizan en la construcción de una vía es el movimiento de tierras en el cual se utiliza la mayoría de equipos de construcción y mano de obra también es la actividad que principalmente genera la mayor cantidad de polvo en el proyecto.

El movimiento de tierras en un proyecto vial se genera por la construcción o ampliación de una vía y para la realización de las diferentes actividades que conlleva la construcción de la misma mediante la utilización de maquinaria pesada, por ejemplo, se utilizan: tractor de orugas, excavadoras, retroexcavadoras, volquetas, etc.

La maquinaria por el tipo de trabajo que realiza, la circulación de los diferentes vehículos que forman parte directa o indirecta en el proyecto y la erosión de los taludes son los que producen una concentración de polvo en el medio ambiente de trabajo. Esta concentración de polvo es perjudicial para la salud de los trabajadores, por este motivo la investigación se basa principalmente en evaluar la afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras y controlar el riesgo al que están expuestos.

Las personas que estarían más expuestas a sufrir un mayor problema en su salud por la concentración de polvo y en las personas que se enfoca el estudio son las siguientes:

- Operador de la excavadora
- Controlador de la excavación
- Ingeniero residente
- Chofer de la volqueta
- Operador del tractor de orugas
- Controlador de la descarga y compactación
- Operador de la motoniveladora

Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584 de la Comunidad Andina se desarrollarán sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo que tengan en cuenta los siguientes aspectos en la parte técnica que son:

Gestión técnica:

1. Identificación de factores de riesgo
2. Evaluación de factores de riesgo

3. Control de factores de riesgo
4. Seguimiento de medidas de control (ANDINA, 2005)

La contaminación que polvo que se presenta en el proyecto por el movimiento de tierras y la necesidad de cumplir la legislación ecuatoriana antes mencionada.

El estudio plantea como objetivo principal: Evaluar la afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras y controlar el riesgo al que están expuestos. La evaluación se realiza mediante una medición de la concentración de material particulado (polvo) que se encuentra en el entorno laboral. Para la realización de la medición se utiliza equipos certificados y validados para la toma de muestras de material particulado.

### **1.2. Antecedentes**

En el Ecuador no existe una base de datos reales sobre los casos de enfermedades en salud ocupacional que se producen en la industria de la construcción, debido a la falta de notificaciones sobre accidentes que se generan en el entorno laboral. Este es un motivo que hace muy complejo determinar que procesos en la industria de la construcción son riesgosos para los trabajadores.

Las entidades encargadas de salvaguardar la integridad física de los trabajadores son: IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) que trabaja en conjunto con el SGRT (Seguro de Riesgo de Trabajadores) además del Ministerio de Trabajo que se encargan de supervisar y controlar los accidentes y enfermedades ocupacionales que se registren en un determinado lugar de trabajo.

Como se resalta en:

La Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones que fue aprobada por el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores puso en vigencia el instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo, determina que los países miembros deben mejorar las condiciones de seguridad y salud en el medio laboral para prevenir daños a la integridad física y mental de los trabajadores. (ACUERDO-0174, 2016, pág. 1)

Específicamente en la industria de la construcción y obras públicas. De esta manera reglamentar a las actividades que tengan riesgo de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que afecten a los trabajadores, por lo tanto, se propone reducir los riesgos antes mencionados.

La ciencia que estudia y analiza los riesgos laborales es la higiene laboral o del trabajo que es el “sistema de principios y reglas orientadas al control de contaminantes del área laboral con la finalidad de evitar la generación de enfermedades profesionales y relacionadas con el trabajo” (ACUERDO-0174, 2016, pág. 3).

### **1.3. Objetivo de estudio**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras y proponer medidas de control.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Reconocer en campo que actividades producen el material particulado (polvo) en el movimiento de tierras.
- Realizar mediciones con equipos especializados, para determinar la cantidad de polvo que se encuentra en el lugar de trabajo.
- Verificar que los datos obtenidos en campo, no sobrepasen a los límites máximos permisibles.
- Indicar que tipo de equipos de seguridad deben utilizar los trabajadores.

### **1.4. Justificación**

La investigación ayuda a determinar cuál es la afectación en la salud de los trabajadores por la generación del polvo por el movimiento de tierras y dar una solución para que esta no se vea afectada.

El estudio se realiza por la necesidad planteada en el Artículo 5 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social donde se habla de “La elaboración de estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral” (IESS, 2012, pág. 4). La Constitución de la Republica mediante el artículo 326 establece: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar” (Resolucion N° C.D.513, 2016, pág. 1).

El estudio ayuda a impulsar y realizar investigación sobre la prevención y mejoramiento del medio ambiente laboral, y prevenir enfermedades que se generan por el mismo.

Es así que mediante el Código de Trabajo en el “Art. 410 Obligaciones respecto de la prevención de riesgos se plantea que los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” (Codigo de trabajo, 2015, pág. 64)

#### **1.4.1. Alcance**

El alcance de la investigación es la evaluación y el control de la afectación a la salud de los trabajadores, por el polvo que se genera en el movimiento de tierras. Mediante una comparación de los datos obtenidos en campo con la normativa vigente y controlar el riesgo al que están expuesto, mediante la recomendación de los equipos de seguridad.

### **1.5. Marco teórico**

#### **1.5.1. La Higiene Industrial**

El estudio se basa en la parte de higiene industrial; la ciencia que evalúa y controla los problemas emanados en el lugar de trabajo que se generan y son perjudiciales para la salud de los trabajadores. (Baraza Sanchez, 2014)

La higiene en el trabajo relaciona la interacción que tiene el ser humano en las condiciones ambientales del medio que le rodea. Las condiciones ambientales son fáciles de modificar, dependiendo del trabajo, existiendo contaminantes que deterioran la salud del individuo. Este problema se agrava cuando la contaminación se genera en el medio laboral y esta aumenta su acción nociva.

“La higiene industrial se define como una técnica no medica de prevención de las enfermedades profesionales, mediante el control del medio ambiente de trabajo de los contaminantes que las producen” (Rojo, 2008). El objetivo principal de la higiene industrial es prevenir las enfermedades profesionales, de manera que para alcanzar este objetivo se enfoca en la evaluación y control de los factores ambientales en el medio de trabajo.

Uno de los factores ambientales que influye en la construcción es el material particulado en este caso el polvo en suspensión, se genera en las diferentes actividades de construcción, el movimiento de tierras es una de las principales actividades que genera polvo. La investigación se hace mediante la teoría de higiene industrial con el enfoque principalmente en los problemas de salud que se generan por el material particulado (polvo). La exposición de polvo en el lugar de trabajo es muy perjudicial para los diversos sectores de trabajo (minería, fundición, canteras, textil. Agricultura, etc.) (Rojo, 2008).

### **1.5.2. Agente Químico**

Se define como agente químico a todo elemento o compuesto químico que se encuentre en estado natural o producido mediante una mezcla o por sí solo, utilizado en cualquier actividad laboral que se haya elaborado de modo intencional o no y sea comercializado o no (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016).

### **1.5.3. Material particulado**

El material particulado es conocido como polvo en suspensión y la parte respirable se divide en dos grupos de acuerdo a su tamaño. Las partículas menores a 10 micras se denominan PM<sub>10</sub>, son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmosfera. Y las partículas menores a 5 micras se denominan PM<sub>2.5</sub> agrupa a derivados de emisiones vehiculares e industriales, esta es la fracción más pequeña y agresiva debido a que estas son respirables en un 100% y tienen mayor efecto en la salud. (Quijano Parra, Quijano Vargas, & Henao Martínez, 2010)

### **1.5.4. El Polvo**

El polvo genera irritación en los ojos, nariz y garganta en la vía respiratoria o en la piel. Las enfermedades más conocidas que son producidas por la acumulación de polvo en los pulmones son la silicosis y la carcinogénesis o asbestosis.

El polvo se clasifica según su tamaño:

El polvo visible es el tamaño que es visible a simple vista tiene un tamaño mayor a 30 micras.

El polvo sedimentable tiene un tamaño entre 10 y 20 micra, inhalable con tamaño menor de 10 micras.

El polvo respirable que puede penetrar en los pulmones, tiene un tamaño inferior a 5 micras.

“Conviene matizar el muestreo que se emplee para determinar el riesgo deberá realizarse de forma selectiva dependiendo del tamaño de la partícula o tipo de polvo. Los valores TLV's vienen expresados como polvo total, salvo que se indique expresamente como polvo respirable” (Manuel Jesús Falgán Rojo, 2000).

Polvo Orgánico. – Se origina por la manipulación de sustancias naturales (granos, polen) y sintéticas (plásticos, drogas) que contienen carbono (ONCE, 2016).

Polvo Inorgánico. - Es toda sustancia que no está hecha de carbono y que se genera por reacciones químicas. Son pulverizaciones de metales, minerales como rocas o suelos y silíceos como polvo común, cemento, mármol, cuarzo (ECURED, 2016)

#### **1.5.5. Valores Límite Umbral - TLV**

“Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos” (José Bartual Sánchez, 2016, pág. 3).

La afectación que sufran las personas dependerá de su metabolismo, por lo tanto, un porcentaje de los trabajadores puede experimentar algunas molestias ante ciertos agentes químicos para las concentraciones descritas en el ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

Estos valores son límites recomendables por el ACGIH los cuales deben ser descifrados y aplicados. Para la práctica de la Higiene Industrial y el ACGIH indica cuando estos valores no son aplicados.

Tipos de TLV:

##### **1.5.5.1. *Media ponderada en el tiempo - TLV-TWA***

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. Este es el tipo más característico, al que se hace referencia habitualmente cuando se cita un valor TLV (José Bartual Sánchez, 2016, pág. 3).

##### **1.5.5.2. *Valor techo - TLV-C***

Concentración que no debería ser sobrepasada en ningún instante. La práctica habitual de la higiene admite para su valoración muestreos de 15 minutos excepto para aquellos casos de sustancias que puedan causar irritación inmediata con exposiciones muy cortas (José Bartual Sánchez, 2016, pág. 3).

##### **1.5.5.3. *Límites de exposición para cortos periodos de tiempo - TLV-STEL***

Concentración a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un corto espacio de tiempo sin sufrir irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis importante. No es un límite de exposición separado



e independiente, sino un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA). Se define como la exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos que no debe sobrepasar en ningún momento de la jornada, aunque la media ponderada en el tiempo durante las ocho horas sea inferior al TLV-TWA. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. Puede recomendarse un periodo de exposición distinto de los 15 minutos cuando ello está avalado por efectos biológicos observados. El número de sustancias con el valor STEL asignado ha ido disminuyendo en las últimas ediciones, con lo que el campo de aplicación de este tipo de TLV es cada vez más reducido (José Bartual Sánchez, 2016, pág. 3).

**Tabla 1:** Resumen de Normativas.

PAIS ORGANISMO	LIMITE PROMEDIADO EN EL TIEMPO	LIMITE DE CORTA DURACION	VALOR TECHO	LIMITES DE EXCURSION	ABSORCION POR VIA DERMICA	CANCERIGENO	ALERGIZANTE	RIESGO PARA EL EMBARAZO
U.S.A. A.C.G.I.H	TLV-TWA 8h/día y 40h/semana	TLV-STEL 15min. <4 veces/día 60 min inter periodos	TLV-CEILING Conc. Max. (Análisis 15 min)	3x TWA <30 min/jornada 5x TWA máx.,	Notación específica	A1: Confirmado para el hombre. A2: Sospechoso para el hombre.		

(José Bartual Sánchez, 2016, pág. 7)

#### **1.5.6. Enfermedades pulmonares que se generan por la exposición de polvos inorgánicos en el entorno laboral.**

Por la explotación que se viene realizando en la corteza terrestre como fuente de recursos primarios para su utilización en la construcción ha sido constante a lo largo de la historia.

En la explotación de los minerales y su utilización generalmente se produce el polvo inorgánico el causante de algunas enfermedades como la neumoconiosis que generan una silicosis estas enfermedades dependerán de la sustancia causante.

##### **1.5.6.1. La Silicosis**

Es producida por la inhalación de dióxido de silicio o sílice libre, constituye el prototipo de un conjunto de enfermedades pulmonares denominadas neumoconiosis. Se define las neumoconiosis como la

acumulación de polvo en los pulmones asociada a una reacción patológica (fibrosa) ante su presencia (C. Martínez, 2016, pág. 1).

La acumulación de polvo en los pulmones generalmente es causada por una gran cantidad de inhalación, depuración y retención de polvo sin tener una precaución o normas de seguridad que minimicen la acumulación de polvo en los pulmones.

**Tabla 2:** Diferentes patologías causadas por inhalación de polvo inorgánico.

<b>Sustancia causante</b>	
<b>EPOC (Br. Cr: enfisema)</b>	<b>Sílice, carbón, cadmio asbesto, cobalto, aluminio</b>
<b>Bronquiolitis</b>	<b>Sílice, carbón, caolín, talco, pizarra, hierro, berilio</b>
<b>Neumoconiosis</b>	<b>Berilio</b>
<b>Granulomatosis pulmonar</b>	<b>Sílice, asbesto, cobalto</b>
<b>Fibrosis intersticial</b>	<b>Sílice, asbesto, cadmio</b>
<b>Cáncer de pulmón</b>	<b>Asbesto</b>
<b>Mesotelioma pleural</b>	<b>Asbesto</b>
<b>Afección pleural benigna</b>	<b>Asbesto</b>

(C. Martínez, 2016, pág. 1)

Únicamente las partículas menores a 5 “micras alcanzan el saco alveolar y una parte de ellas son aclaradas mediante el movimiento de la capa fluida que cubre la pared alveolar (surfactante) hacia el bronquiolo terminal, siendo vehiculadas por el transporte mucociliar” (C. Martínez, 2016, pág. 1).

Otras enfermedades que se generan por la inhalación de polvo de sílice son:

- Fibrosis intersticial difusa
- Bronquitis crónica y EPOC
- Tuberculosis
- Cáncer de pulmón
- Enfermedades del colágeno (C. Martínez, 2016)

#### **1.5.7. Zona de respiración**

Se define como la zona de respiración de una forma técnica más precisa la semiesfera de 0.30 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe

(INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 14).

#### **1.5.8. Período de referencia**

“Período especificado de tiempo, establecido para el valor límite de un determinado agente químico. El período de referencia para el límite de larga duración es habitualmente de 8 horas, y para el límite de corta duración, de 15 minutos” (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016).

#### **1.5.9. Exposición**

Se utiliza esta palabra para definir la exposición por inhalación de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016).

Su cuantificación se da en términos de la concentración que se presenta del agente químico obtenida de las mediciones de exposición, referidas a un período de referencia utilizado para el valor límite aplicable.

#### **1.5.10. Exposición Diaria (ED)**

“Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias” (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 15). Exposición Diaria (ED) puede calcularse matemáticamente por la siguiente formula:

*Ecuación 1: Exposición Diaria (ED)*

$$ED = \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

Donde:

**Ci:** La concentración i-ésima

**Ti:** El tiempo de exposición, en horas, asociados a cada valor Ci.

#### **1.5.11. Valores Limite Ambientales (VLA-ED)**

Son valores referenciales que recomienda el INSTH para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, basándose en condiciones similares a las que se encuentran los trabajadores día tras día, sin que sufran una enfermedad profesional o problemas en su salud.

“Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores” (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 19).

El VLA-ED representa las condiciones a las que están expuesto los trabajadores en 8 horas diarias y 40 horas semanales.

**Tabla 3:** Valores Limites Ambientales (VLA).

Nº CE	CAS	AGENTE QUIMICO (año de incorporacion o de actualizacion)	VALORES LIMITE				NOTAS	FRASES H
			VLA-ED®		VLA-EC®			
			ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
		Particulas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fraccion inhalable.		10			c,o,e	
		Particulas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fraccion respirable.		3			c,o,d,e	

(INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 92)

### 1.6. Señalización preventiva para el polvo

En el Ecuador en los últimos años ha existido una preocupación por mejorar y prevenir el entorno laboral donde los trabajadores se desenvuelven tratando de minimizar los riesgos a los que pueden estar expuestos, utilizando diferentes métodos de evaluación sobre los riesgos que conlleva una actividad en la construcción. De acuerdo al registro oficial 00174 del reglamento de seguridad y salud para la construcción de obras públicas, capítulo VIII SENALIZACION DE SEGURIDAD “Art. 119.- Es obligación del constructor colocar señalización preventiva, informativa y de obligación con el fin de que el riesgo sea fácilmente identificado por los trabajadores o personal que ingrese a las áreas de trabajo” (ACUERDO-0174, 2016, pág. 59).

La señalización tiene que ser colocada en lugar donde sea visible fácilmente, verificar que siempre estén en buen estado y se usará símbolos, colores y palabras de acuerdo a la disposición de la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Las dos señales principales para la prevención y reglamentación de usos de equipos de protección para el polvo son las siguientes:

**1.6.1. Señal de uso obligatorio para el trabajo en ambientes con polvo**



(GOOGLE, 2016)

**1.6.2. Señal de advertencia de presencia de polvo en el lugar de trabajo**



(GOOGLE, 2016)

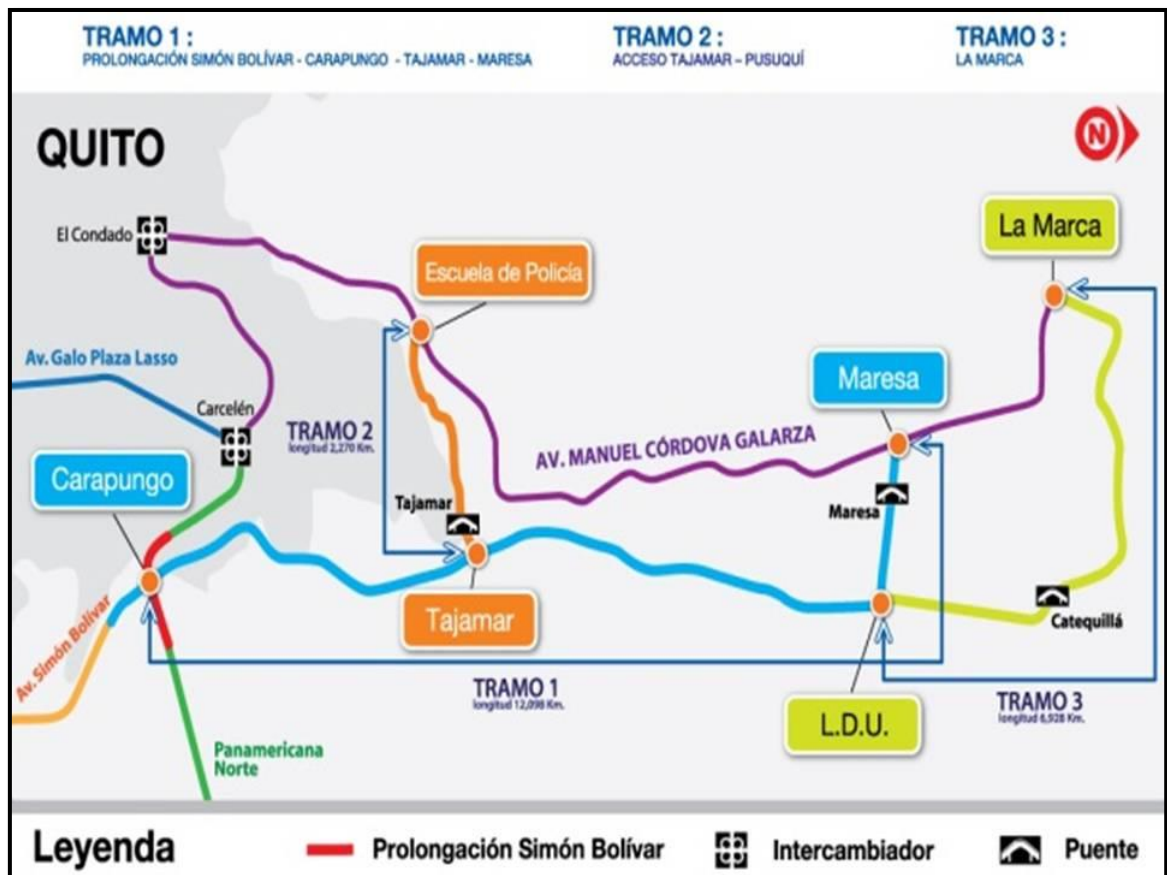


- Carapungo
- Calderón

Además, para todos los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito ya que esta vía será una conexión directa con el noroccidente del país (Epmop, Sala de Prensa, 2013).

La construcción de la nueva vía tendrá un costo de 108'451.645 dólares, de los cuales 80 millones serán financiados por el Exim Bank de China con un interés menor al 2% anual; 21'162.200, por el Banco del Estado (solo para expropiaciones) y 7'289.445 provendrán del Municipio de Quito, más 10'469.339 de IVA que asumirá el Municipio de Quito (TELÉGRAFO, 2013).

*Figura 2: Esquema de los tramos del proyecto de estudio.*



(Epmop, Sala de Prensa, 2013)

## **2.2. Factores y actividades generadoras de polvo en el movimiento de tierras.**

### **2.2.1. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras se puede entender como el conjunto de varias actividades que se debe realizar en un terreno para que se pueda ejecutar una obra. El procedimiento que se realiza es el siguiente:

- 2.2.1.1. Trabajos previos.** - Esto quiere decir con la reubicación de líneas eléctricas, líneas de telecomunicación, cualquier infraestructura que se encuentre en el trazado de la vía).

**Fotografía 1:** Desbroce y limpieza de infraestructura existente.



Fuente: <http://trabajoglobal.org/2014/03/alistan-terrenos-para-construccion-de-mall-en-coquimbo/>

- 2.2.1.2. Excavación.** - Es la actividad más relevante e importante del proyecto, porque se debe tener en cuenta el tipo de material que se debe excavar para determinar la maquinaria más apropiada para la realización de esta actividad. También esto nos indica la técnica más apropiada de excavación y cuál será el ángulo de inclinación de los taludes para su estabilización.





**Fotografía 2:** Excavación y perfilado del talud.

- 2.2.1.3. Carga.** - Esta actividad se realiza simultáneamente con la excavación, utilizando la maquinaria de excavación generalmente las excavadoras. Toca tener en cuenta siempre la ubicación y la técnica de cargado que se realice para tener el mejor rendimiento de esta actividad.



**Fotografía 3:** Carga del material de excavación.

- 2.2.1.4. Transporte.** - Esto consiste en el traslado del material de excavación hacia las escombreras o en la utilización de los rellenos en el trazado vial. Tener en cuenta el estado de la vía para evitar accidentes en el traslado del material y cautelar la seguridad de todos los trabajadores del proyecto.



**Fotografía 4:** *Acarreo de material.*

- 2.2.1.5. Descarga.** - La colocación del material de excavación en las escombreras autorizadas que tenga el proyecto.



**Fotografía 5:** *Descarga de material en la escombrera.*

- 2.2.1.6. Compactación.** - Se realiza la compactación del material de excavación en la escombrera y en los tramos donde se utiliza este material. Se tiende el material con la ayuda del tractor de orugas dejando una capa aproximadamente de 30 cm, se humecta el material con un tanquero de agua, el cual riega la cantidad de agua necesaria para la compactación y por ultimo con la utilización de un rodillo liso se compacta el material.

- Tendido del material



**Fotografía 6:** Tendido de material en la escombrera.

- Humectación del material con el tanquero



**Fotografía 7:** Riego de agua con tanquero.



- Nivelación del material de relleno con la motoniveladora.



**Fotografía 8:** Nivelación del material de relleno con la Motoniveladora.

- Compactación del material de relleno con el rodillo liso.



**Fotografía 9:** Compactación con el rodillo liso.

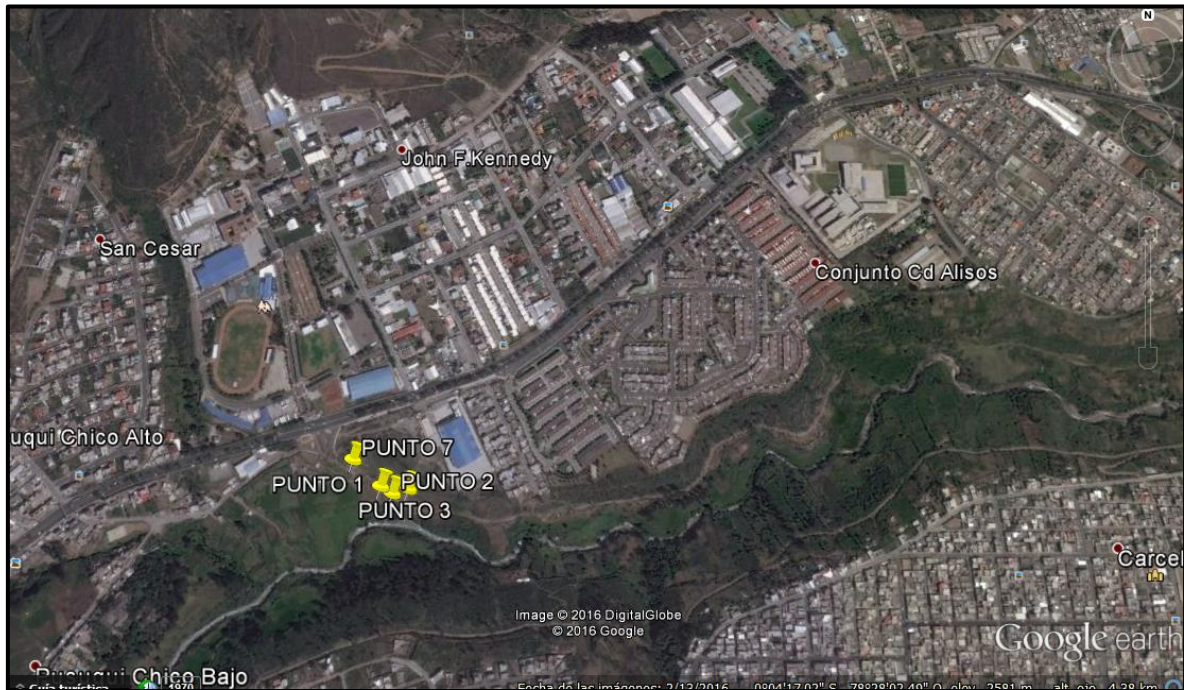
### **2.3. Ubicación de las zonas de estudio en campo**

Las zonas donde se ejecuta la investigación son tomadas en cuenta por la gran presencia de polvo que se genera en el entorno laboral, el movimiento de tierras es el rubro donde más polvo se produce por el tipo de trabajo y la maquinaria que se utiliza.

La zona donde se realiza la toma de muestra es, en la escombrera de Maresa, el tramo dos que conlleva la apertura entre Tajamar y Pusuquí.

En el tramo dos se realiza la medición de tres puntos, los que trabajadores que son evaluados son los siguientes:

- Operador de la Excavadora
- Controlador de la Excavación
- Ingeniero Residente
- Operador de la Volqueta

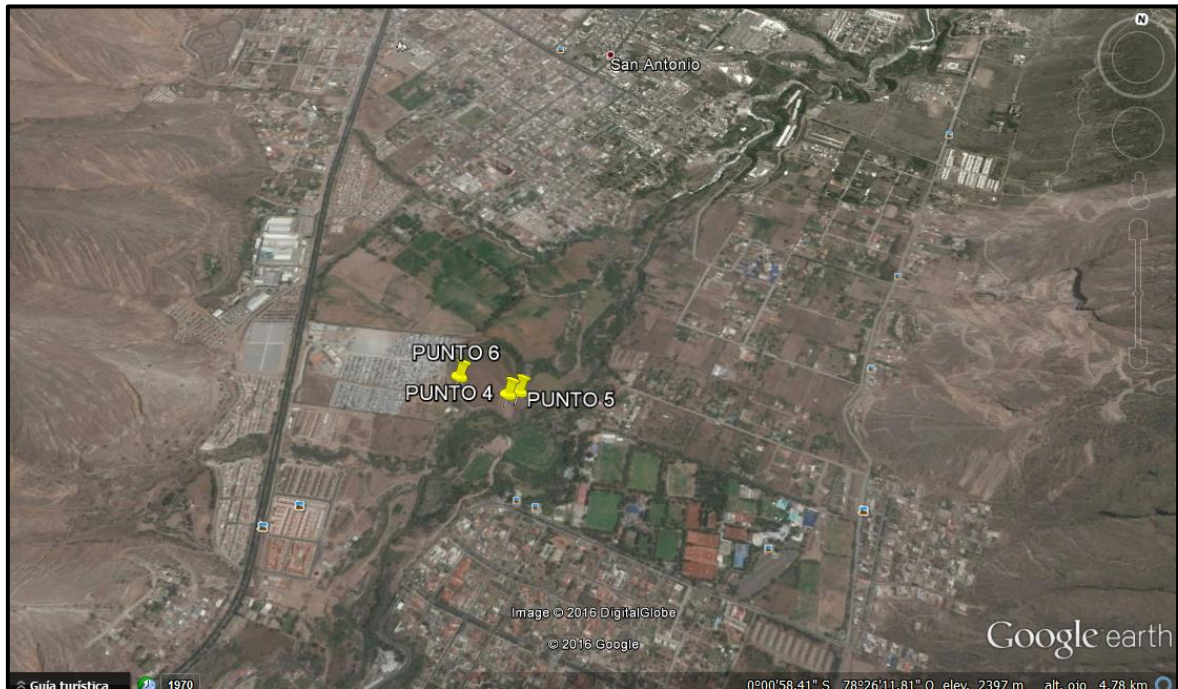


**Figura 3:** Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en el tramo dos.

Las siguientes mediciones se realizó en la escombrera de Maresa, los trabajadores que son evaluados son:

- Operador del Tractor de Orugas
- Controlador de Descarga y Compactación
- Operador de la Motoniveladora

El operador de la volqueta como es un trabajador que se desplaza mucho la medición se realiza en su jornada normal de trabajo.



*Figura 4: Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en la escombrera de Maresa.*

#### **2.4. Identificación a las personas que más afectación tienen en su lugar de trabajo.**

Por el movimiento de tierras y las actividades que esta genera mediante la utilización de maquinaria y lo verificado en obra mediante un análisis visual se determina que la toma de muestra se realiza en el tramo dos y la escombrera de Maresa, por lo tanto, los trabajadores que son evaluados son los más propensos a contraer una enfermedad profesional por la inhalación de polvo.

Los trabajadores que se encuentran más expuestos al polvo que se genera en el movimiento de tierras son los siguientes:

- Operador de la Excavadora
- Operador del Tractor de Orugas
- Controlador de la Descarga y Compactación
- Controladores de Excavación
- Operador de la Volqueta
- Operador de la Motoniveladora
- Ingeniero Residente ubicado en el tramo dos

Para el estudio se tomó estos seis trabajadores porque estos son los trabajadores que se encuentran mayor tiempo expuestos al polvo, su jornada de trabajo es de ocho horas diarias 40 horas semanales.



### 3. CAPITULO III – RECOPIACIÓN DE MUESTRAS

#### 3.1. Ubicación del equipo de medición in-situ.

La ubicación del equipo y la metodología que se utilizó para la medición de material particulado se realiza mediante lo señalado en la norma UNE-EN 689:1996 Atmosferas en el lugar de trabajo – Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición (INSHT, NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II), 2016)

La medición en un punto fijo puede utilizarse si los resultados sirven para evaluar la exposición del trabajador en el lugar de trabajo, para lo cual estas deben ser realizadas a una altura igual o aproximada de las vías respiratorias y en un punto aproximado al trabajador (INSHT, NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II), 2016). Con este motivo y siguiendo la normativa el equipo se ubica a una altura de 1.70 metros la altura aproximada del ingeniero residente, controlador de excavación y controlador de descarga, en cambio en los operadores de la excavadora, tractor de rugas y volqueta el equipo se ubica en un lugar igual o aproximado a la altura de las vías respiratorias en un radio de 0.30 metros tomando como centro la nariz del trabajador.



**Fotografía 10:** Ubicación del equipo de medición in-situ tramo dos.

Los pasos que se sigue para la toma de muestra son los siguientes:



1. Encerado del equipo, consiste en realizar medidas con un filtro que prohíbe el paso de partículas de diferente tamaño, con la finalidad de eliminar cualquier residuo de partícula existente en el equipo.
2. Aplicación de técnicas de inspección visual, para definir la posición o grupos de posiciones homogéneas, garantizando que la muestra colectada en el área de estudio, sea representativa.
3. Programación en el equipo del número y tiempo de alícuotas de colección de la muestra; generalmente se colecta muestra cada dos minutos durante dos a tres horas (tiempo definido de acuerdo a las actividades durante el monitoreo y/o para cubrir el 25% de la jornada laboral). El equipo automáticamente guarda la información de alícuotas colectadas durante el periodo de monitoreo.
4. Se toma en una hoja de campo el nombre y actividad que realiza el trabajador, además se toma la ubicación geográfica mediante un GPS y para la medición de las condiciones ambientales se utiliza un medidor de viento, humedad y temperatura en el entorno laboral (ABGES, 2016)

El número de muestras por cada área de trabajo, se determinó en base a lo señalado en la evaluación cuantitativa de exposición a agentes químicos del INSHT, el que se detalla a continuación:

**Tabla 4:** *Calculo del número mínimo de muestras por jornada.*

Tiempo de duración de la muestra	Ejemplos de tipo de medición	Nº de muestras necesario para abarcar el 25% de la exposición (supuestas 8 horas)	Nº mínimo de muestras recomendado por UNE-EN 689
10 segundos	Equipos de lectura directa. Medición puntual.	720	30
1 minuto	Tubos detectores de corta duración (tubos colorimétricos)	120	20
5 minutos	Tubos detectores de corta duración	24	12
15 minutos	Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	8	4
30 minutos	Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	4	3
1 hora	Filtros para muestreo de aerosoles	2	2
2 horas	Filtros para muestreo de aerosoles	1	1

(UNE-EN, 1995)

El total de muestras recolectadas para determinar el 25% de la jornada laboral son de 30 muestras mínimo cuando se realiza una medición puntual.

Con los datos obtenidos se procede a obtener la concentración media ambiental ponderada correspondiente a una jornada laboral, a través de la siguiente expresión.

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

Donde:

ED: Exposición diaria

$\sum Ci$ : Promedio de las Concentraciones

ti: Tiempo de exposición (UNE-EN, 1995).

### 3.1.1. Equipo de Medición del Material Particulado

Para determinar la concentración de material particulado en ambientes laborales, se utiliza el equipo de alto caudal que determina la concentración de material particulado respirable. Estos equipos arrastran aire ambiente a una velocidad de flujo constante hacia una entrada de forma especial, donde el material particulado se separa por inercia en una o más fracciones, dentro del intervalo de tamaño de  $PM_{10}$ . Cada fracción dentro del intervalo de tamaño de  $PM_{10}$  se recolecta en un filtro separado en un periodo de muestreo especificado. El volumen total de aire muestreado, corregido las condiciones de referencia (25 °C, 101.3 kPa), se determina a partir de la velocidad de flujo medida y el tiempo de muestreo. La concentración másica de material particulado en el aire ambiente, se calcula como la masa total de partículas recolectadas en el intervalo de tamaño de material particulado dividido de aire muestreado y se expresa en  $mg/m^3_{std}$ . (ABGES, 2016)

**Tabla 5:** Características del Equipo.

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO INTERNO	MODELO/ NÚMERO DE SERIE	CARACTERÍSTICAS
Equipo de medición de partículas	EI.04	AEROCET / 531S	Tamaño de partículas: 0,5; 1,0; 5,0 y 10 $\mu m$ Rangos de Masa: $PM_{1,}$ $PM_{2,5,}$ $PM_{4,}$ $PM_{7,}$ $PM_{10}$ y TSP Sensibilidad: 0,5 $\mu m$ Flujo: 0,1cfm (2,83 lpm)

(ABGES, 2016)

El contador de partículas Aerocet 531S es totalmente portable. Esta unidad proporciona conteo de partículas o de las medidas totales de material particulado por medio de un láser-diode-based-optical sensor y calcula la concentración total equivalente de  $PM_{1,}$   $PM_{2,5,}$   $PM_{7,}$   $PM_{10,}$  y TSP. Almacena hasta 4000 expedientes en tiempo real. El rango de concentración es de 0-1  $mg/m^3$ , el equipo opera a una temperatura no menor a 0 °C y no mayor a 50 °C. (METONE, 2016)

El equipo toma la muestra durante 2 minutos, después del cual se encera y vuelve a correr por 2 minutos más por 1 tiempo programado de medición y reporta un valor total por el tiempo medido. (ABGES, 2016)

En el Anexo 1 se detalla el Certificado de Calibración del equipo utilizado para las mediciones.

**Figura 5:** Equipo de Medición AEROCET 531S.



(GOOGLE, 2016)

### 3.1.2. Equipo de Medición de las Condiciones Climáticas en el Entorno Laboral

El equipo que se utilizo es el siguiente:

Anemómetro

Marca: EXTECH

Modelo: 45160

No. de serie: A.024120

Características y rangos de medición

**Tabla 6:** Equipo de Medición de las Condiciones Climáticas en el Entorno Laboral.

Velocidad del viento: diferentes unidades	1,1 a 62,5 MPH - 1,8 a 100,6 km/h, 1,0 a 54,3 nudos, 0,5 a 28,0 m/s, 100 a 5500 ft/min - 1 a 17 BF
Temperatura: °C - °F	-18 a 50 °C (0 a 122 °F)
Humedad relativa: %	10 a 95%
Punto de rocío: BF	0 a 50 °C (32 a 122 °F)

(ABGES, 2016)

Este equipo se utiliza para determinar las condiciones climáticas del entorno donde el trabajador desempeña su actividad, de esta manera determinamos a la temperatura, humedad relativa y velocidad de viento a la que está expuesto el trabajador.

Se determina la velocidad del viento y la dirección en la que se encuentra antes de la medición para realizar la toma de la muestra de una manera homogénea y evitar que exista error en la recopilación del material particulado, si no se toma en cuenta la dirección del viento y la velocidad a la que se traslada se puede estar generando un error en la toma de muestra, porque la concentración que se obtiene no sería a la que verdaderamente está expuesto el trabajador.

En el Anexo 2 se detalla el Certificado de Calibración del equipo utilizado para la medición de las Condiciones Climáticas en el Entorno Laboral.

**Figura 6:** Equipo de medición EXTECH 45160.



(GOOGLE, 2016)

En la siguiente tabla se detalla las condiciones climáticas a las que están expuestos los trabajadores en su entorno laboral.

**Tabla 7:** Condiciones Climáticas Levantadas In-Situ.

UBICACIÓN	PUNTO	PERSONAL		IDENTIFICACIÓN DE FUENTES	CONDICIONES AMBIENTALES		
		IDENTIFICACIÓN	PUESTO DE TRABAJO		T (°C)	H (%)	V (m/s)
TRAMO 2	P1	Julio Chicaiza	Operador de la Excavadora	Excavación del terreno. Vehículos de carga pesada como Excavadoras, Volquetas	22.8	46	0.3
TRAMO 2	P2	Lauro Torres	Controlador de Excavación		27.3	46	2.9
TRAMO 2	P3	Fausto Calle	Ingeniero Residente		28.9	47	5.7
TRAMO 2	P4	Santiago Puentes	Chofer de Volqueta		24.2	45	0.4
ESCOBRERA	P5	Omar Rengel	Operador del Tractor de Orugas	Descarga de material. Vehículos de carga pesada como Tractor de Orugas, Motoniveladora, Rodillo Liso, Volquetas.	28.5	47	16
ESCOBRERA	P6	Esteban Masapanta	Controlador de la Descarga y Compactación		30.1	44	12
ESCOBRERA	P7	Juan Quinapallo	Operador de la Motoniveladora		29.8	44	1.7

**T:** Temperatura; **H:** Humedad; **V:** Velocidad de Viento (ABGES, 2016)

## 3.2. Tabulación de Datos Obtenidos en Campo

### 3.2.1. Medición al Operador de la Excavadora

**Tabla 8:** Tabulación de Datos (Operador de la Excavadora).

<h1>Medición de Material Particulado</h1> <h2>Hoja de Campo</h2> <p><b>Proyecto:</b> Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)</p>							
<b>Nombre:</b>	Julio Chicaiza	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador de la Excavadora				
<b>Fecha:</b>	26/08/2016	<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2				
<b>Equipo utilizado para la medición de PM:</b>		Aerocet 531S					
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)					
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>				
1	9:21:00	13.5	1.7				
2	9:23:00	13.7	1.7				
3	9:25:00	13.9	1.7				
4	9:27:00	13.2	1.7				
5	9:29:00	14.0	1.8				
6	9:31:00	15.0	1.9				
7	9:33:00	9.0	1.1				
8	9:35:00	8.6	1.1				
9	9:37:00	8.9	1.1				
10	9:39:00	9.1	1.1				
11	9:41:00	10.0	1.3				
12	9:43:00	5.7	0.7				
13	9:45:00	3.5	0.4				
14	9:47:00	2.5	0.3				
15	9:49:00	0.9	0.1				
16	9:51:00	0.6	0.1				
17	9:53:00	1.5	0.2				
18	9:55:00	9.1	1.1				
19	9:57:00	2.1	0.3				
20	9:59:00	0.5	0.1				
21	10:01:00	1.0	0.1				
22	10:03:00	4.0	0.5				
23	10:05:00	3.5	0.4				
24	10:07:00	1.5	0.2				
25	10:09:00	1.4	0.2				
26	10:11:00	0.9	0.1				
27	10:13:00	0.9	0.1				
28	10:15:00	0.7	0.1				
29	10:17:00	1.0	0.1				
30	10:19:00	0.5	0.1				
<b>PROMEDIO</b>		<b>5.7</b>	<b>0.7</b>				
<p><b>FORMULA DE PONDERACIÓN</b></p> $ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$ <p>ED: Exposición diaria  <math>\sum Ci</math>: Promedio de las Concentraciones  ti: Tiempo de exposición</p>							
<p><b>CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)</b></p> <table> <tr> <td>PM<sub>10</sub></td> <td>PM<sub>2,5</sub></td> </tr> <tr> <td>5.7</td> <td>0.7</td> </tr> </table>				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	5.7	0.7
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>						
5.7	0.7						
<p><b>CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)</b></p> <table> <tr> <td>PM<sub>10</sub></td> <td>PM<sub>2,5</sub></td> </tr> <tr> <td>7.1</td> <td>0.9</td> </tr> </table>				PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	7.1	0.9
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>						
7.1	0.9						
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>No utiliza equipos de protección personal.</p>							
<b>Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:</b>		EXTECH 45160					
T(°C):		22.8					
H(%):		46					
V(m/s):		0.3					

### 3.2.1.1. Análisis de Datos

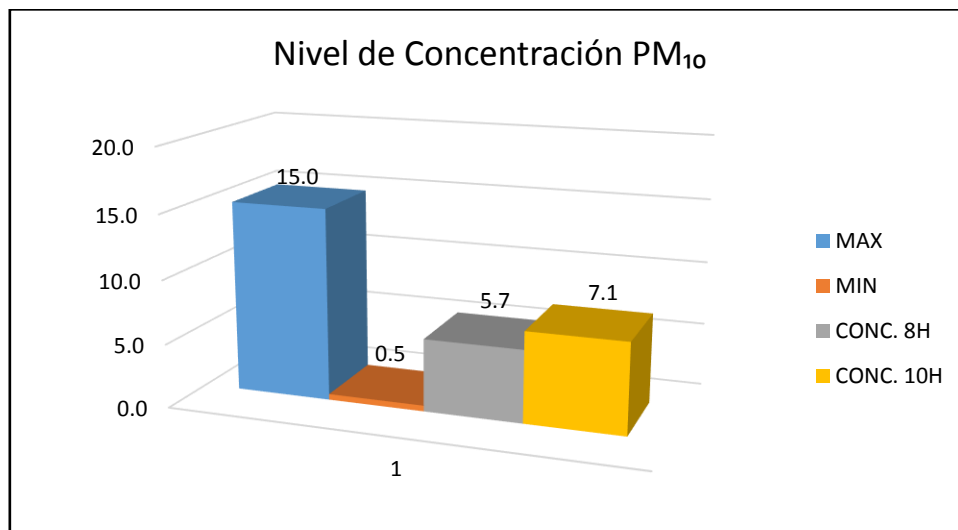
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Julio Chicaiza	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador de la Excavadora
		<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2

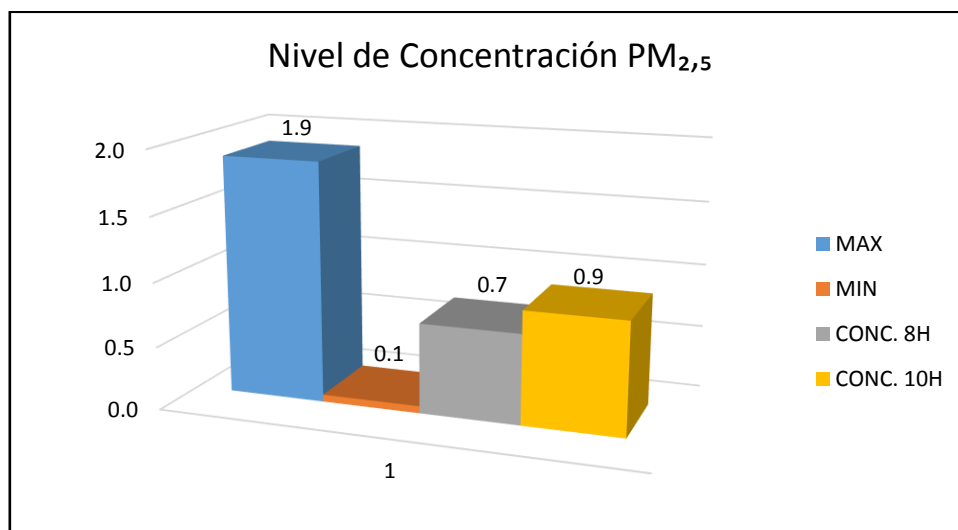
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	15.0	1.9
Concentración MIN	(mg/m³)	0.5	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	5.7	0.7
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	7.1	0.9

**Gráfico 1:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.



**Gráfico 2:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.



### 3.2.2. Medición al Controlador de Excavación

**Tabla 9:** Tabulación de Datos (Controlador de la Excavación).

<h2 style="text-align: center;">Medición de Material Particulado</h2> <h3 style="text-align: center;">Hoja de Campo</h3> <p style="text-align: center;">Proyecto: Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)</p>			
<b>Nombre:</b>	Lauro Torres	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Controlador de la Excavación
<b>Fecha:</b>	26/08/2016	<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2
<b>Equipo utilizado para la medición de PM:</b>		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	10:32:00	5.3	0.7
2	10:34:00	1.3	0.2
3	10:36:00	7.6	1.0
4	10:38:00	0.4	0.1
5	10:40:00	3.9	0.5
6	10:42:00	16.9	3.4
7	10:44:00	5.2	0.7
8	10:46:00	25.0	3.1
9	10:48:00	30.6	11.3
10	10:50:00	19.3	12.4
11	10:52:00	3.1	7.4
12	10:54:00	7.1	6.9
13	10:56:00	7.3	4.9
14	10:58:00	1.7	3.2
15	11:00:00	21.9	5.2
16	11:02:00	23.6	3.9
17	11:04:00	28.6	6.7
18	11:06:00	11.7	1.5
19	11:08:00	11.0	1.4
20	11:10:00	3.2	0.4
21	11:12:00	3.7	0.5
22	11:14:00	3.2	0.4
23	11:16:00	6.6	0.8
24	11:18:00	2.4	0.3
25	11:20:00	13.8	3.0
26	11:22:00	6.9	0.9
27	11:24:00	10.0	1.3
28	11:26:00	24.2	5.7
29	11:28:00	25.7	6.2
30	11:30:00	20.2	4.6
<b>PROMEDIO</b>		<b>11.7</b>	<b>3.3</b>

**FORMULA DE PONDERACIÓN**

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

ED: Exposición diaria  
 ΣCi: Promedio de las Concentraciones  
 ti: Tiempo de exposición

CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
11.7	3.3

CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
14.6	4.1

**OBSERVACIONES:**  
 No utiliza equipos de protección personal, utiliza una franela como protección.

<b>Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:</b>		EXTECH 45160
T(°C):	27.3	
H(%):	46	
V(m/s):	2.9	



### 3.2.2.1. Análisis de Datos

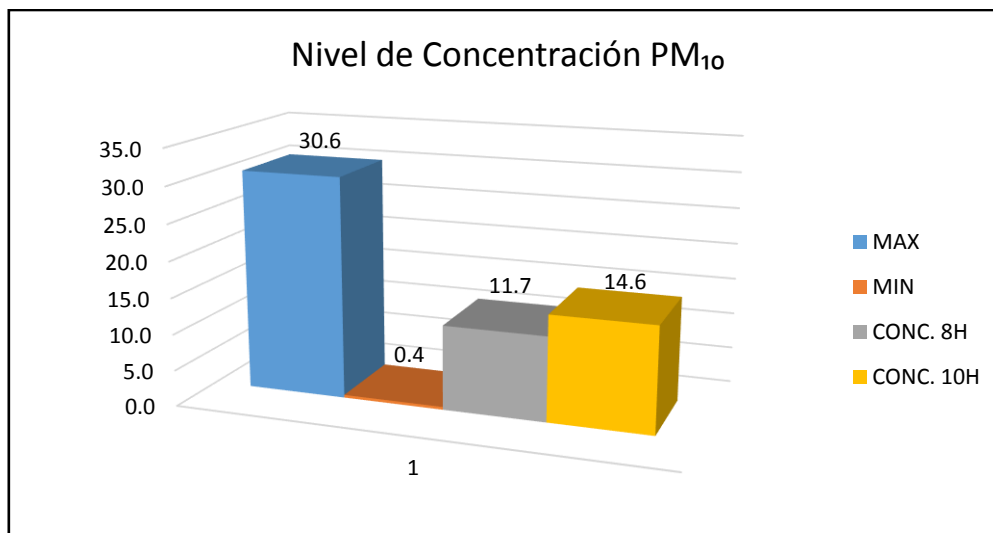
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Lauro Torres	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Controlador de la Excavación
		<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2

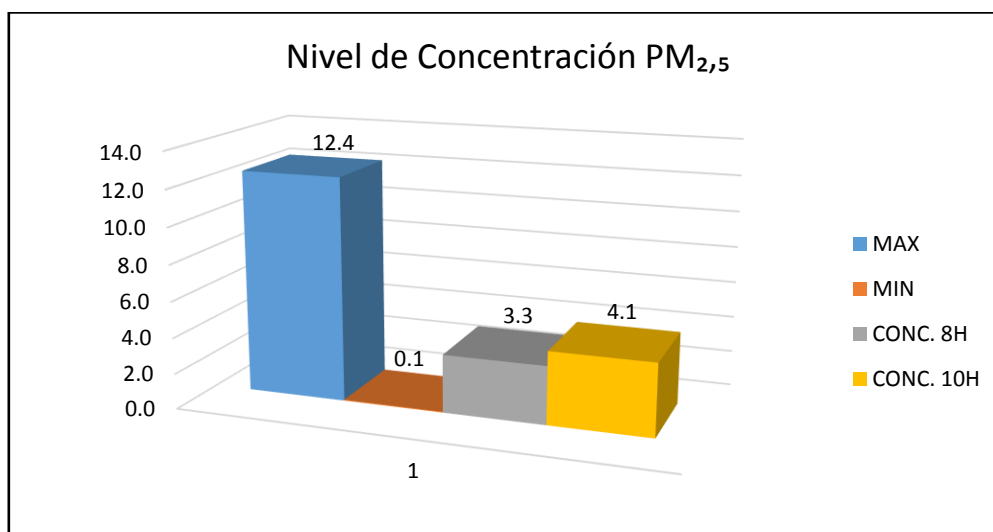
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	30.6	12.4
Concentración MIN	(mg/m³)	0.4	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	11.7	3.3
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	14.6	4.1

**Gráfico 3:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.



**Gráfico 4:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.



### 3.2.3. Medición al Ingeniero Residente

Tabla 10: Tabulación de Datos (Ingeniero Residente).

Medición de Material Particulado			
Hoja de Campo			
Proyecto: Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)			
Nombre:	Fausto Calle	Puesto de Trabajo:	Ingeniero Residente
Fecha:	26/08/2016	Ubicación:	TRAMO 2
Equipo utilizado para la medición de PM:		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	11:45:00	2.6	3.3
2	11:47:00	0.7	0.1
3	11:49:00	3.8	0.5
4	11:51:00	0.2	0.1
5	11:53:00	2.0	0.3
6	11:55:00	13.6	5.6
7	11:57:00	2.7	0.3
8	11:59:00	12.5	1.6
9	12:01:00	13.2	5.5
10	12:03:00	9.6	1.2
11	12:05:00	1.5	0.2
12	12:07:00	3.5	0.4
13	12:09:00	3.7	0.5
14	12:11:00	0.7	0.1
15	12:13:00	20.1	2.5
16	12:15:00	26.1	3.3
17	12:17:00	14.1	1.8
18	12:19:00	5.8	0.7
19	12:21:00	5.3	0.7
20	12:23:00	1.6	0.2
21	12:25:00	1.9	0.2
22	12:27:00	1.5	0.2
23	12:29:00	3.1	0.4
24	12:31:00	1.1	0.1
25	12:33:00	10.2	1.3
26	12:35:00	2.5	0.3
27	12:37:00	2.5	0.3
28	12:39:00	16.9	3.8
29	12:41:00	10.9	1.4
30	12:43:00	6.1	0.8
PROMEDIO		6.7	1.2
<div> <div>FORMULA DE PONDERACIÓN</div> <math display="block">ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}</math> <div> ED: Exposición diaria  ΣCi: Promedio de las Concentraciones  ti: Tiempo de exposición </div> </div>			
CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)			
PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
6.7		1.2	
CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)			
PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	
8.3		1.6	
OBSERVACIONES:			
Utiliza una mascarilla desechable.			
Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:		EXTECH 45160	
T(°C):		28.9	
H(%):		47	
V(m/s):		5.7	

### 3.2.3.1. Análisis de Datos

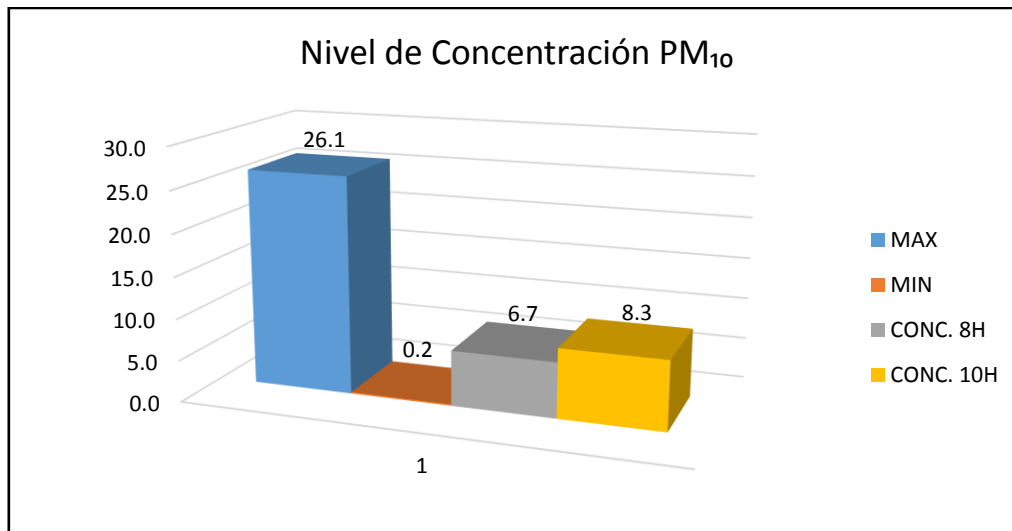
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Fausto Calle	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Ingeniero Residente
		<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2

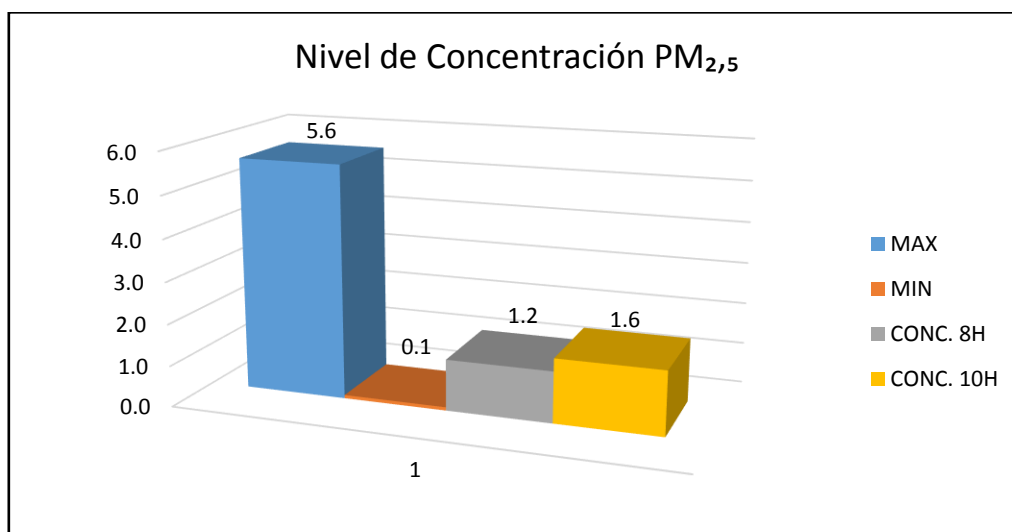
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	26.1	5.6
Concentración MIN	(mg/m³)	0.2	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	6.7	1.2
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	8.3	1.6

**Gráfico 5:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.



**Gráfico 6:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.



### 3.2.4. Medición Chofer de la Volqueta

Tabla 11: Tabulación de Datos (Chofer de la Volqueta).

Medición de Material Particulado			
Hoja de Campo			
Proyecto: Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)			
Nombre:	Santiago Puentes	Puesto de Trabajo:	Chofer de la Volqueta
Fecha:	26/08/2016	Ubicación:	TRAMO 2
Equipo utilizado para la medición de PM:		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	14:00:00	3.1	0.4
2	14:02:00	3.1	0.4
3	14:04:00	2.6	0.3
4	14:06:00	1.2	0.2
5	14:08:00	1.1	0.1
6	14:10:00	1.0	0.1
7	14:12:00	0.8	0.1
8	14:14:00	0.3	0.1
9	14:16:00	0.5	0.1
10	14:18:00	1.9	0.3
11	14:20:00	4.0	0.5
12	14:22:00	4.1	0.5
13	14:24:00	5.7	0.7
14	14:26:00	9.1	1.1
15	14:28:00	1.3	0.2
16	14:30:00	4.9	1.1
17	14:32:00	6.8	1.2
18	14:34:00	5.5	1.5
19	14:36:00	5.3	1.7
20	14:38:00	0.3	0.2
21	14:40:00	0.2	0.1
22	14:42:00	0.2	0.1
23	14:44:00	3.1	0.4
24	14:46:00	1.8	0.2
25	14:48:00	10.1	1.3
26	14:50:00	12.6	1.6
27	14:52:00	13.1	1.6
28	14:54:00	18.1	2.3
29	14:56:00	19.1	2.4
30	14:58:00	20.6	2.6
PROMEDIO		5.4	0.8

**FÓRMULA DE PONDERACIÓN**

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

ED: Exposición diaria  
 $\sum Ci$ : Promedio de las Concentraciones  
ti: Tiempo de exposición

CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
5.4	0.8

CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
6.7	1.0

**OBSERVACIONES:**

No utiliza equipos de protección personal.

Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales: EXTECH 45160

T(°C):	24.2
H(%):	45
V(m/s):	0.4

### 3.2.4.1. *Análisis de Datos*

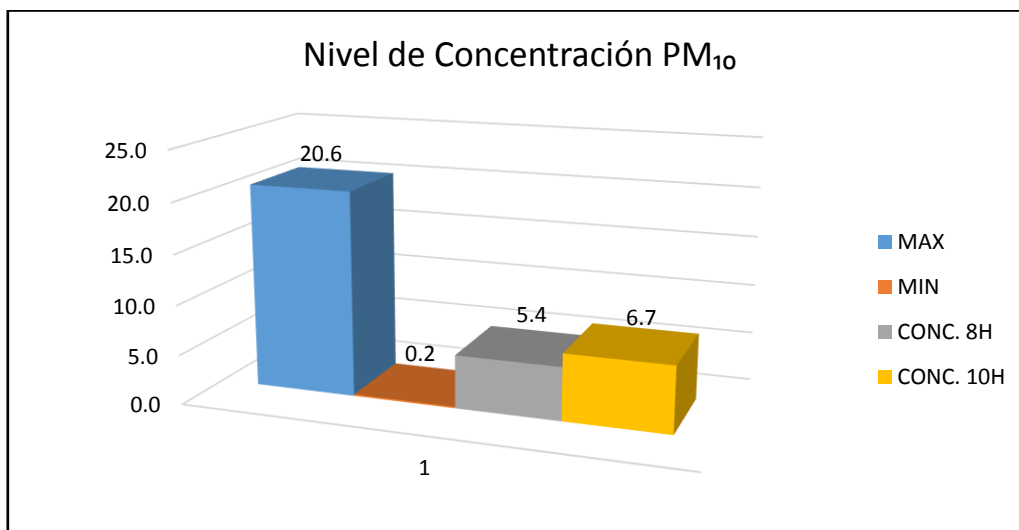
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Santiago Puentes	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Chofer de la Volqueta
		<b>Ubicación:</b>	TRAMO 2

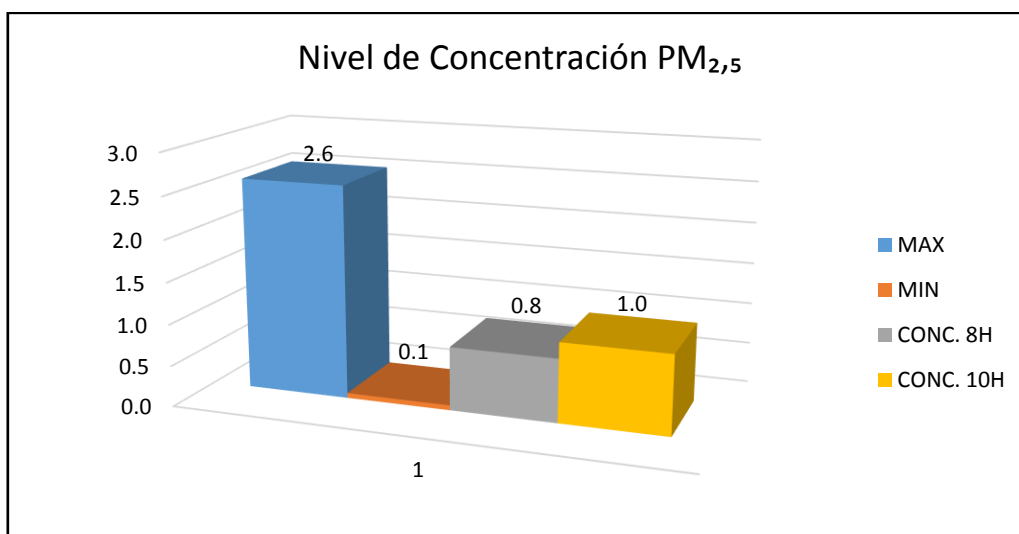
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	20.6	2.6
Concentración MIN	(mg/m³)	0.2	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	5.4	0.8
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	6.7	1.0

**Gráfico 7:** *Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.*



**Gráfico 8:** *Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.*



### 3.2.5. Medición Operador del Tractor de Orugas

**Tabla 12:** Tabulación de Datos (Operador del Tractor de Orugas).

<h2 style="text-align: center;">Medición de Material Particulado</h2> <h3 style="text-align: center;">Hoja de Campo</h3> <p style="text-align: center;"><b>Proyecto:</b> Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)</p>			
<b>Nombre:</b>	Omar Rengel	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador del Tractor de Orugas
<b>Fecha:</b>	29/08/2016	<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA
<b>Equipo utilizado para la medición de PM:</b>		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	11:14:00	16.1	2.3
2	11:16:00	14.9	1.9
3	11:18:00	14.2	5.5
4	11:20:00	20.4	5.1
5	11:22:00	11.0	1.4
6	11:24:00	12.1	5.3
7	11:26:00	11.6	1.5
8	11:28:00	15.1	1.9
9	11:30:00	20.6	5.2
10	11:32:00	22.1	3.1
11	11:34:00	21.3	3.9
12	11:36:00	20.6	2.6
13	11:38:00	24.4	5.6
14	11:40:00	17.2	2.2
15	11:42:00	15.4	5.7
16	11:44:00	14.8	2.8
17	11:46:00	14.1	2.0
18	11:48:00	13.1	1.6
19	11:50:00	13.8	4.6
20	11:52:00	12.8	1.6
21	11:54:00	12.0	1.5
22	11:56:00	11.2	1.2
23	11:58:00	12.7	3.1
24	12:00:00	13.9	1.7
25	12:02:00	13.0	1.6
26	12:04:00	17.9	2.8
27	12:06:00	15.4	1.9
28	12:08:00	14.7	1.8
29	12:10:00	5.6	0.7
30	12:12:00	5.7	0.2
<b>PROMEDIO</b>		<b>14.9</b>	<b>2.7</b>

**FÓRMULA DE PONDERACIÓN**

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

ED: Exposición diaria  
 $\sum Ci$ : Promedio de las Concentraciones  
ti: Tiempo de exposición

CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
14.9	2.7

CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
18.7	3.4

**OBSERVACIONES:**  
La maquinaria no tiene una cabina de protección. Utiliza una franela como protección.

**Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:** EXTECH 45160

T(°C):	28.5
H(%):	47
V(m/s):	16

### 3.2.5.1. Análisis de Datos

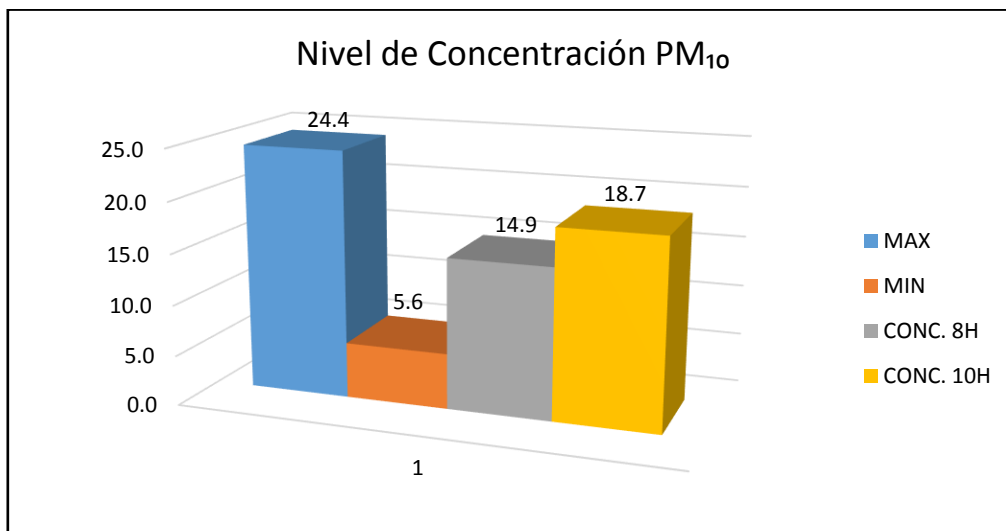
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Omar Rengel	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador del Tractor de Orugas
		<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA

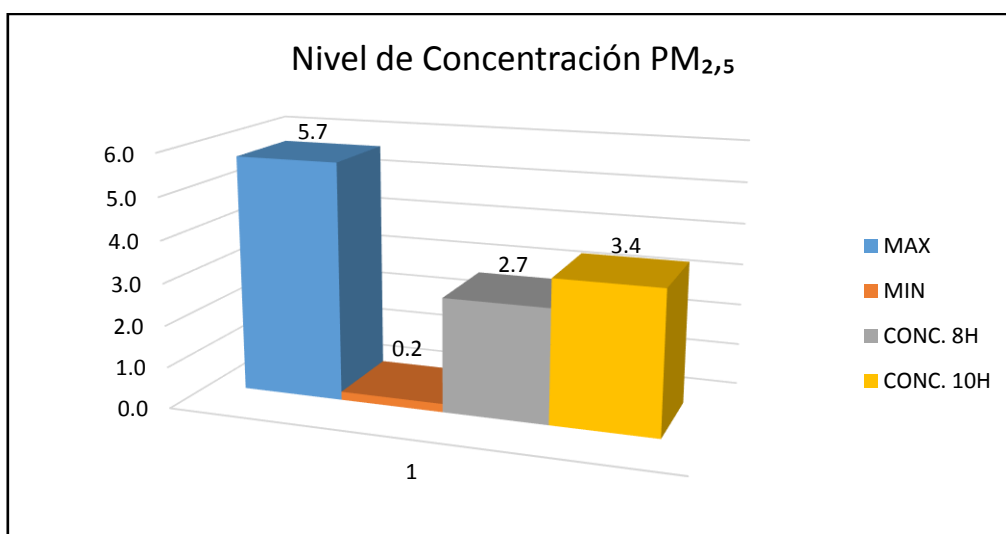
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	24.4	5.7
Concentración MIN	(mg/m³)	5.6	0.2
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	14.9	2.7
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	18.7	3.4

**Gráfico 9:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.



**Gráfico 10:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.



### 3.2.6. Medición Controlador de la Descarga y Compactación

**Tabla 13:** Tabulación de Datos (Controlador de la Descarga y Compactación).

<h2 style="text-align: center;">Medición de Material Particulado</h2> <h3 style="text-align: center;">Hoja de Campo</h3> <p style="text-align: center;">Proyecto: Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)</p>			
<b>Nombre:</b>	Esteban Masapanta	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Controlador de la Descarga y Compactación
<b>Fecha:</b>	29/08/2016	<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA
<b>Equipo utilizado para la medición de PM:</b>		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
1	13:10:00	11.9	2.2
2	13:12:00	24.5	1.3
3	13:14:00	26.6	5.1
4	13:16:00	24.8	2.4
5	13:18:00	25.1	1.9
6	13:20:00	27.2	8.8
7	13:22:00	22.1	3.3
8	13:24:00	21.2	1.4
9	13:26:00	21.1	6.0
10	13:28:00	22.9	6.5
11	13:30:00	23.3	2.1
12	13:32:00	27.0	3.8
13	13:34:00	26.6	3.5
14	13:36:00	32.1	7.9
15	13:38:00	8.4	3.1
16	13:40:00	3.0	1.1
17	13:42:00	4.4	0.4
18	13:44:00	4.2	0.8
19	13:46:00	8.3	6.2
20	13:48:00	6.6	2.7
21	13:50:00	3.1	2.7
22	13:52:00	2.4	0.4
23	13:54:00	1.3	0.1
24	13:56:00	6.6	7.1
25	13:58:00	9.7	6.5
26	14:00:00	4.1	2.7
27	14:02:00	12.4	0.8
28	14:04:00	18.6	1.6
29	14:06:00	17.8	4.4
30	14:08:00	11.6	3.2
<b>PROMEDIO</b>		<b>15.3</b>	<b>3.3</b>
<b>Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:</b>		EXTECH 45160	
T(°C):		30.1	
H(%):		44	
V(m/s):		12	

**FÓRMULA DE PONDERACIÓN**

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

ED: Exposición diaria  
 ΣCi: Promedio de las Concentraciones  
 ti: Tiempo de exposición

CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
15.3	3.3

CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)	
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
19.1	4.2

**OBSERVACIONES:**

No utiliza equipos de protección personal.



### 3.2.6.1. *Análisis de Datos*

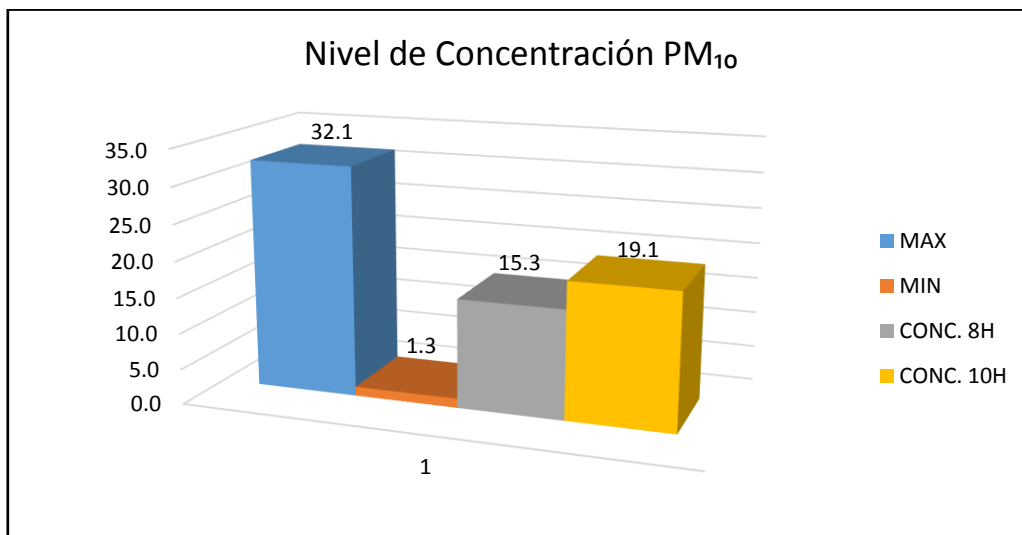
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Esteban Masapanta	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Controlador de la Descarga y Compactación
		<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA

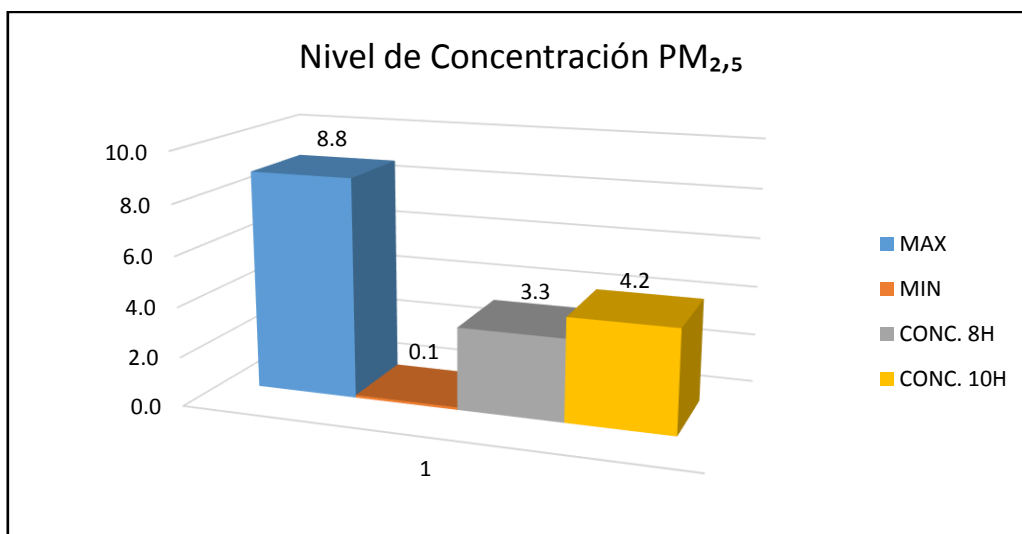
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración PM <sub>2,5</sub>
Concentración MAX	(mg/m³)	32.1	8.8
Concentración MIN	(mg/m³)	1.3	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	15.3	3.3
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	19.1	4.2

**Gráfico 11:** *Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.*



**Gráfico 12:** *Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.*



### 3.2.7. Medición Operador de la Motoniveladora

**Tabla 14:** Tabulación de Datos (Operador de la Motoniveladora).

<h2 style="text-align: center;">Medición de Material Particulado</h2> <h3 style="text-align: center;">Hoja de Campo</h3> <p style="text-align: center;">Proyecto: Ampliación de la Simón Bolívar (Sector Pomasqui)</p>			
<b>Nombre:</b>	Juan Quinapallo	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador de la Motoniveladora
<b>Fecha:</b>	29/08/2016	<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA
<b>Equipo utilizado para la medición de PM:</b>		Aerocet 531S	
Nº	HORA DE MEDICIÓN	CONCENTRACIÓN (mg/m³)	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	14:30:00	8.1	0.3
2	14:32:00	4.9	0.9
3	14:34:00	4.2	0.6
4	14:36:00	0.4	0.1
5	14:38:00	1.1	0.5
6	14:40:00	2.1	1.3
7	14:42:00	1.8	1.9
8	14:44:00	5.3	1.7
9	14:46:00	1.8	0.2
10	14:48:00	5.7	0.9
11	14:50:00	3.1	3.2
12	14:52:00	0.6	1.4
13	14:54:00	4.6	2.5
14	14:56:00	7.2	1.0
15	14:58:00	5.4	0.4
16	15:00:00	2.0	0.2
17	15:02:00	6.9	0.1
18	15:04:00	3.1	0.9
19	15:06:00	8.6	0.7
20	15:08:00	2.8	0.4
21	15:10:00	0.2	0.1
22	15:12:00	2.4	1.8
23	15:14:00	0.9	0.3
24	15:16:00	0.5	1.2
25	15:18:00	3.0	1.1
26	15:20:00	2.7	0.5
27	15:22:00	5.4	0.7
28	15:24:00	2.3	0.2
29	15:26:00	1.5	0.1
30	15:28:00	5.7	0.4
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.5</b>	<b>0.9</b>

**FÓRMULA DE PONDERACIÓN**

$$ED \cong \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

ED: Exposición diaria  
 $\sum Ci$ : Promedio de las Concentraciones  
ti: Tiempo de exposición

CONCENTRACIÓN PONDERADA 8H (mg/m³)		
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	
3.5	0.9	

CONCENTRACIÓN PONDERADA 10H (mg/m³)		
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	
4.3	1.1	

**OBSERVACIONES:**

No utiliza equipos de protección personal.

**Equipo utilizado para la medición de Condiciones Ambientales:** EXTECH 45160

T(°C):	29.8
H(%):	44
V(m/s):	1.7

### 3.2.7.1. Análisis de Datos

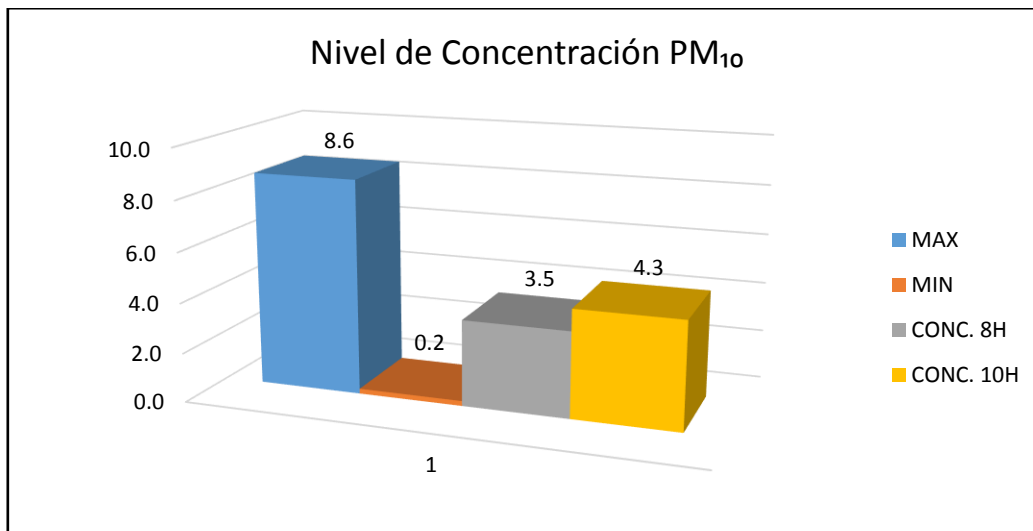
#### Resumen de datos

<b>Nombre:</b>	Juan Quinapallo	<b>Puesto de Trabajo:</b>	Operador de la Motoniveladora
		<b>Ubicación:</b>	ESCOMBRERA

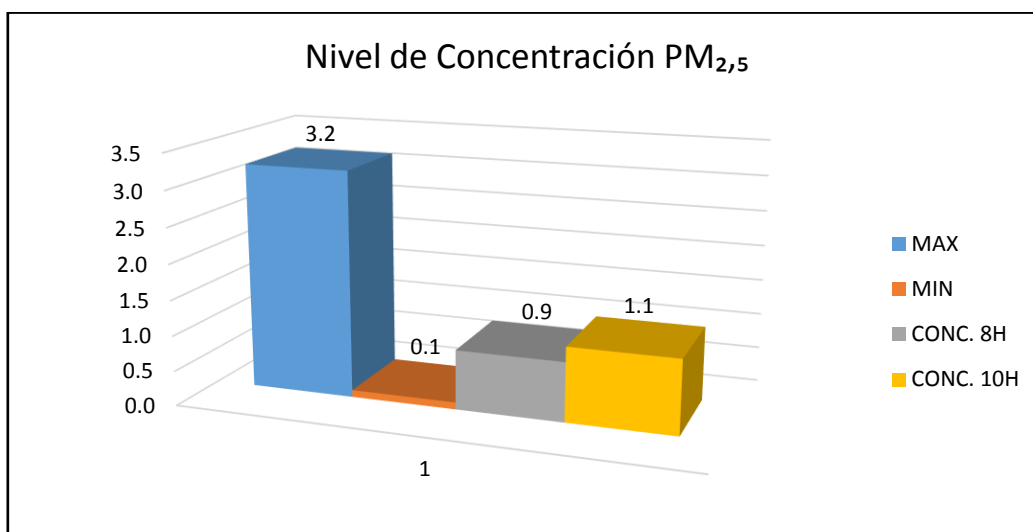
#### Datos Obtenidos

Parámetros	Unidad	Concentración PM <sub>10</sub>	Concentración
Concentración MAX	(mg/m³)	8.6	3.2
Concentración MIN	(mg/m³)	0.2	0.1
Concentración Ponderada 8H	(mg/m³)	3.5	0.9
Concentración Ponderada 10H	(mg/m³)	4.3	1.1

**Gráfico 13:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>10</sub>.



**Gráfico 14:** Parámetros Medidos para Nivel de Concentración PM<sub>2,5</sub>.



#### 4. CAPITULO IV – ANALISIS DE RESULTADOS

##### 4.1. Comparación de los Resultados con los Valores Límites Ambientales (VLA-ED)

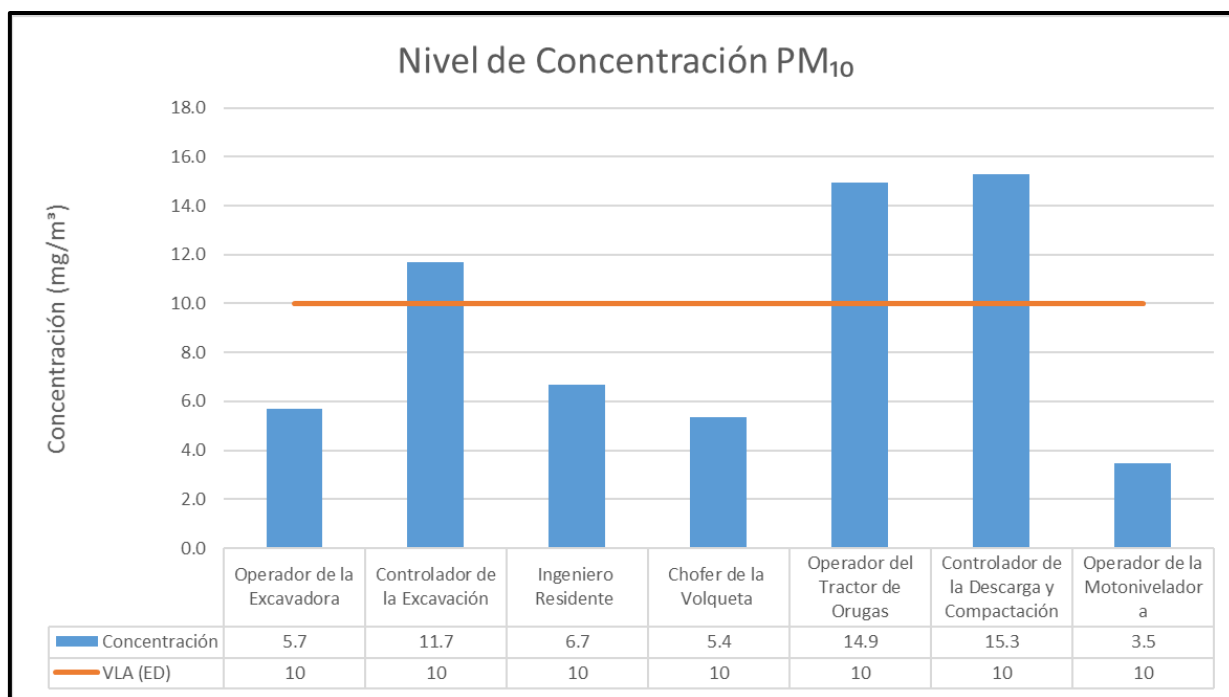
El Ecuador no cuenta con una normativa que regule la concentración de material particulado a la que pueden estar expuestos los trabajadores en su jornada laboral. Los resultados obtenidos se comparan con los Valores Límites Ambientales (VLA-ED) recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España en su publicación de los Límites de Exposición del 2015.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo de los resultados de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> con el valor recomendado por el INSHT.

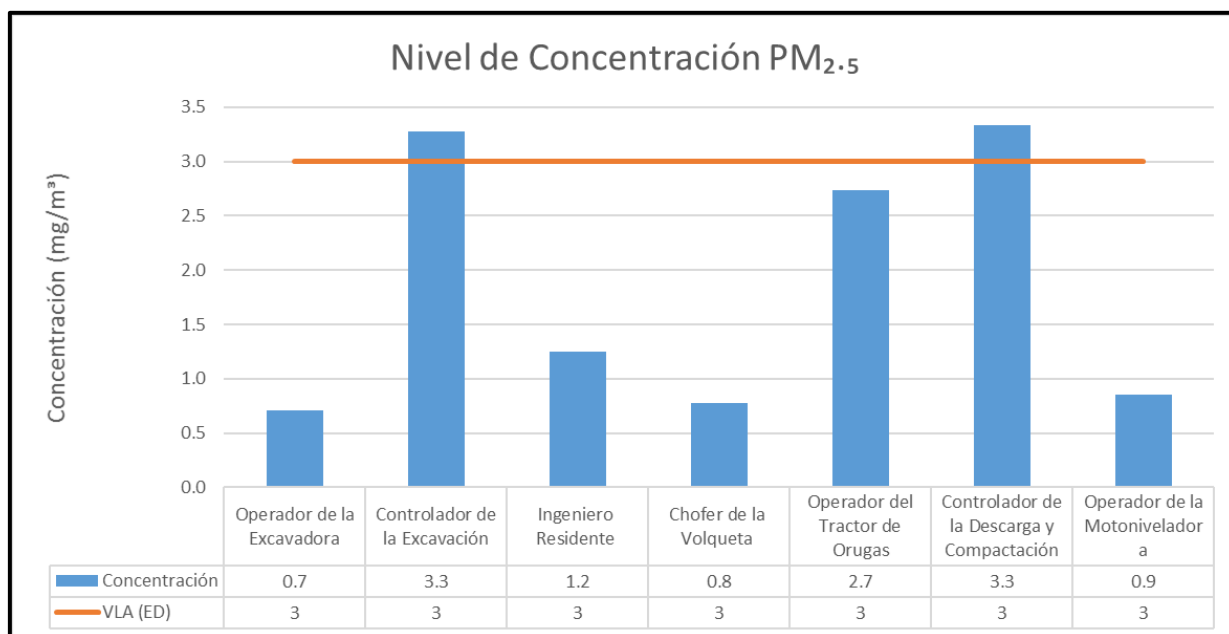
**Tabla 15:** Comparación de la Concertación Ponderada para Ocho Horas con el VLA-ED.

TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN INHALABLE		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN RESPIRABLE	
		MATERIAL PARTICULADO			MATERIAL PARTICULADO	
		(PM <sub>10</sub> ) mg/m³			(PM <sub>2.5</sub> ) mg/m³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	5.7	10.0	SI CUMPLE	0.7	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	11.7		NO CUMPLE	3.3		NO CUMPLE
Ingeniero Residente	6.7		SI CUMPLE	1.2		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	5.4		SI CUMPLE	0.8		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	14.9		NO CUMPLE	2.7		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	15.3		NO CUMPLE	3.3		NO CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	3.5		SI CUMPLE	0.9		SI CUMPLE
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015						

**Gráfico 15:** Comparación de los Niveles de PM<sub>10</sub> con el VLA-ED.



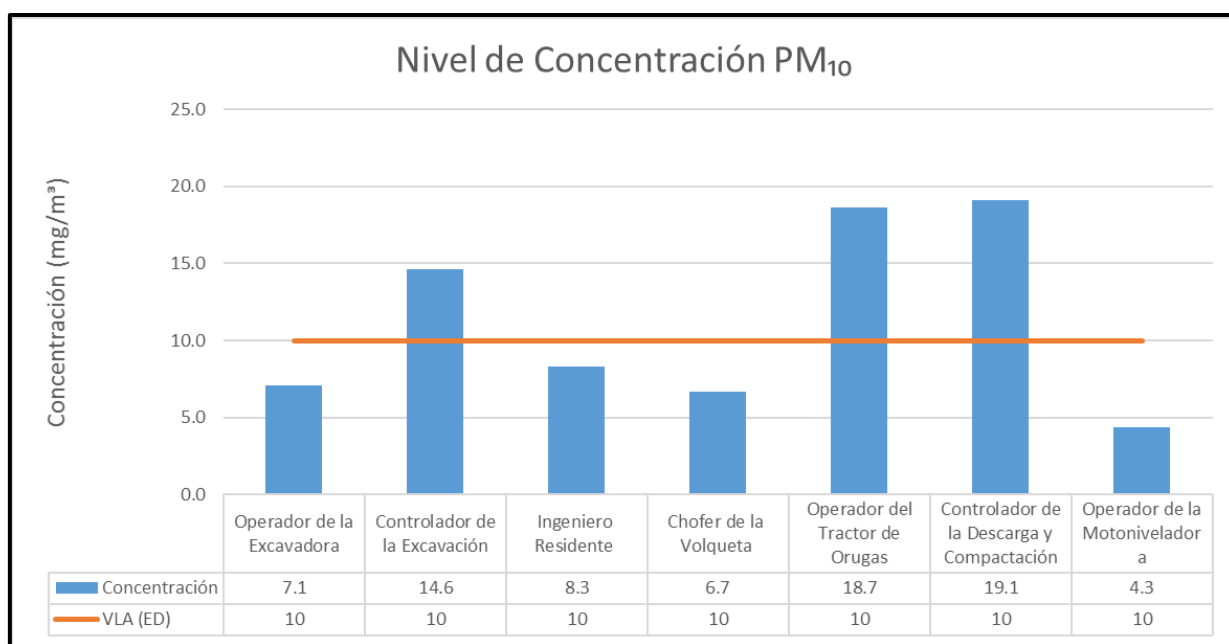
**Gráfico 16:** Comparación de los Niveles de  $PM_{2.5}$  con el VLA-ED.



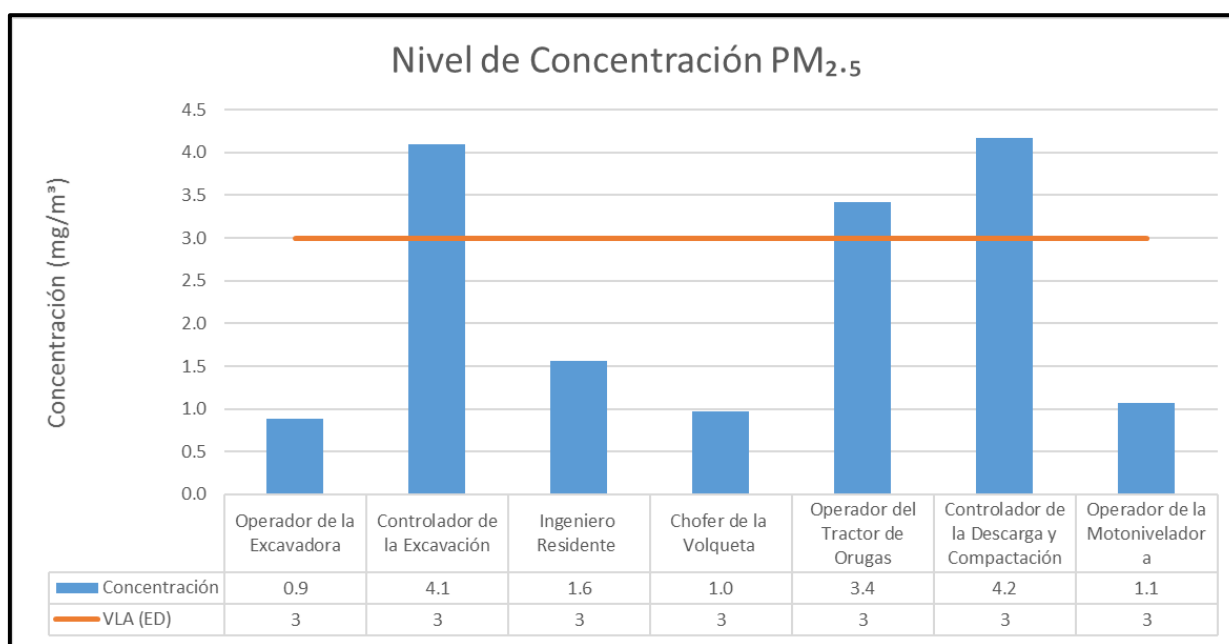
**Tabla 16:** Comparación de la Concentración Ponderada para 10 Horas con el VLA-ED.

TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN INHALABLE		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN RESPIRABLE	
		MATERIAL PARTICULADO			MATERIAL PARTICULADO	
		(PM <sub>10</sub> ) mg/m³			(PM <sub>2.5</sub> ) mg/m³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	7.1	10.0	SI CUMPLE	0.9	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	14.6		NO CUMPLE	4.1		NO CUMPLE
Ingeniero Residente	8.3		SI CUMPLE	1.6		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	6.7		SI CUMPLE	1.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	18.7		NO CUMPLE	3.4		NO CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	19.1		NO CUMPLE	4.2		NO CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	4.3		SI CUMPLE	1.1		SI CUMPLE
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015						

**Gráfico 17:** Comparación de los Niveles de PM<sub>10</sub> con el VLA-ED.



**Gráfico 18:** Comparación de los Niveles de PM<sub>2.5</sub> con el VLA-ED.



Observando los resultados se puede verificar que existe trabajadores que sobrepasan los límites permisibles de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, por este motivo se debe propone medidas de control para prevenir que contraigan una enfermedad ocupacional.

## **4.2. Medidas de Control Propuestas**

Mediante el decreto 0174 del reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas en las obligaciones de empleadores.

De acuerdo a lo mencionado en:

El Art. 3 Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados (ACUERDO-0174, 2016, pág. 8).

### **4.2.1. Control en la Fuente**

Realizar un control en la fuente es muy complicado porque la generación de polvo en la construcción es inevitable, principalmente en el movimiento de tierra el polvo está presente siempre desde que comienza la excavación y se termina con la compactación, por lo tanto, realizar un control en la fuente no es muy factible.

### **4.2.2. Control en el Medio**

El control en el medio para evitar que exista una concentración de polvo excesiva se debe seguir algunas indicaciones como:

Por la excavación, carga y descarga del material y además la circulación de la maquinaria que se utiliza en el movimiento de tierra, se propone realizar un riego de agua por medio de un camión cisterna con flauta o equipo similar para evitar que se genere grandes cantidades de polvo. El camión cisterna deberá circular con una frecuencia de dos horas dependiendo las condiciones climáticas del día de trabajo, la capacidad del camión cisterna será de 3000 galones ( $11,5 \text{ m}^3$  o 11500 litros) de esta manera se estima que el riego que se genera en las vías de circulación y maniobra de la maquinaria sea de  $0.4 \text{ litros/m}^2$ , el horario que se aconseja es a partir de las 10:00am hasta las 15:30pm que es el tiempo donde existe un incremento de la temperatura. La velocidad a la que debe transitar el camión cisterna no deberá superar los 5km/h, esta medida de control propuesta se debe realizar en días donde no exista precipitación en el proyecto.

Es así que en el proyecto se cuenta con un camión cisterna con flauta el cual transita por las vías de circulación y maniobra de la maquinaria. Además, que cuando no hay precipitación en el proyecto se realiza el riego con un intervalo de dos a tres veces al día.



**Fotografía 11:** Riego de agua con tanquero.

Las medidas colectivas es la primera opción que se toma, pero por el tipo de trabajo y la dispersión de los trabajadores estas medidas no son las más aconsejables porque encarecen el proyecto, por este motivo se provee de un control individual.

#### **4.2.3. Control Individual en los Trabajadores**

Una vez que se realizó todas las medidas de control en la fuente y el medio para minimizar la concentración de polvo y estos mecanismos no evitaron que se produzca una disminución a la exposición que están expuestos los trabajadores. Se realiza un control individual mediante el uso de equipos de protección personal. El empleador por ley tiene el derecho y obligación de dotar con equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores.

Los equipos de protección personal se utilizan en la construcción específicamente para prevenir que el trabajador sea propenso a contraer una enfermedad o que su salud se vea afectada por la actividad que realiza.

La empresa 3M en su guía de selección de protección respiratoria, nos indica las sustancias a las cuales los trabajadores pueden estar expuestos y sus Valores Límites Ambientales (VLA-ED) que pueden estar expuestos y dependiendo de los límites se recomienda que tipo de filtro o equipo de protección es el idóneo para precautelar la seguridad e integridad del trabajador, de esta manera prevenir que el trabajador puede contraer una enfermedad ocupacional.



**Tabla 17:** Listado de los Agentes Químicos ordenados por N° CAS.

SUSTANCIA	N° CAS	VLA-ED	VLA-EC	Umbral Olfativo (ppm)	Valor de IDLH (ppm)	Punto de Ebullición	Filtro o Equipo 3M Recomendado	Comentarios
Partículas no clasificadas de otra forma, fracción inhalable.	No disponible	10 mg/m3	-	-	-	-	Partículas	-
Partículas no clasificadas de otra forma, fracción respirable.	No disponible	3 mg/m3	-	-	-	-	Partículas	-

(3M, 2003, pág. 39)

De acuerdo a la guía de selección para protección respiratoria de 3M las mascarillas aptas para el agente químico que es el material particulado PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>, fracción respirable y fracción inhalable respectivamente, la guía recomienda el equipo para partículas (P).

Las mascarillas que se tiene en el mercado ecuatoriano son las siguientes:

- Mascarilla 8210.
- Mascarilla 8210V.
- Mascarilla 8511MGQ.
- Respirador 3M<sup>MR</sup> serie 6500. (Ver Anexo 3)

Todas las mascarillas tienen las especificaciones N95 de la norma 42CFR84, esta norma específica que las mascarillas reducen en un 95% la concentración a la que se encuentra en agente químico, siempre y cuando la mascarilla sea utilizada para el agente correcto y su manipulación como colocación en el trabajador es adecuada se garantiza que se cumple con las especificaciones N95 de la norma 42CFR84.

Las mascarillas cumplen con la normativa internacional y también con la norma NTE INEN 2 423:2005 Seguridad. Equipos de Protección Respiratoria para Gases y Vapores. Requisitos.

Para esta investigación y por la facilidad de compra en el mercado escogemos la mascarilla 8210V para los siguientes trabajadores:

- Operador de la Excavadora.
- Ingeniero Residente.
- Chofer de la Volqueta.
- Operador de la Motoniveladora.

Por la gran cantidad de polvo que se presente en el entorno de los trabajadores y para precautelar una mayor seguridad hacia su salud se escoge el Respirador 3M<sup>MR</sup> serie 6500 para los siguientes trabajadores:

- Controlador de la Excavación.
- Operador del Tractor de Orugas.

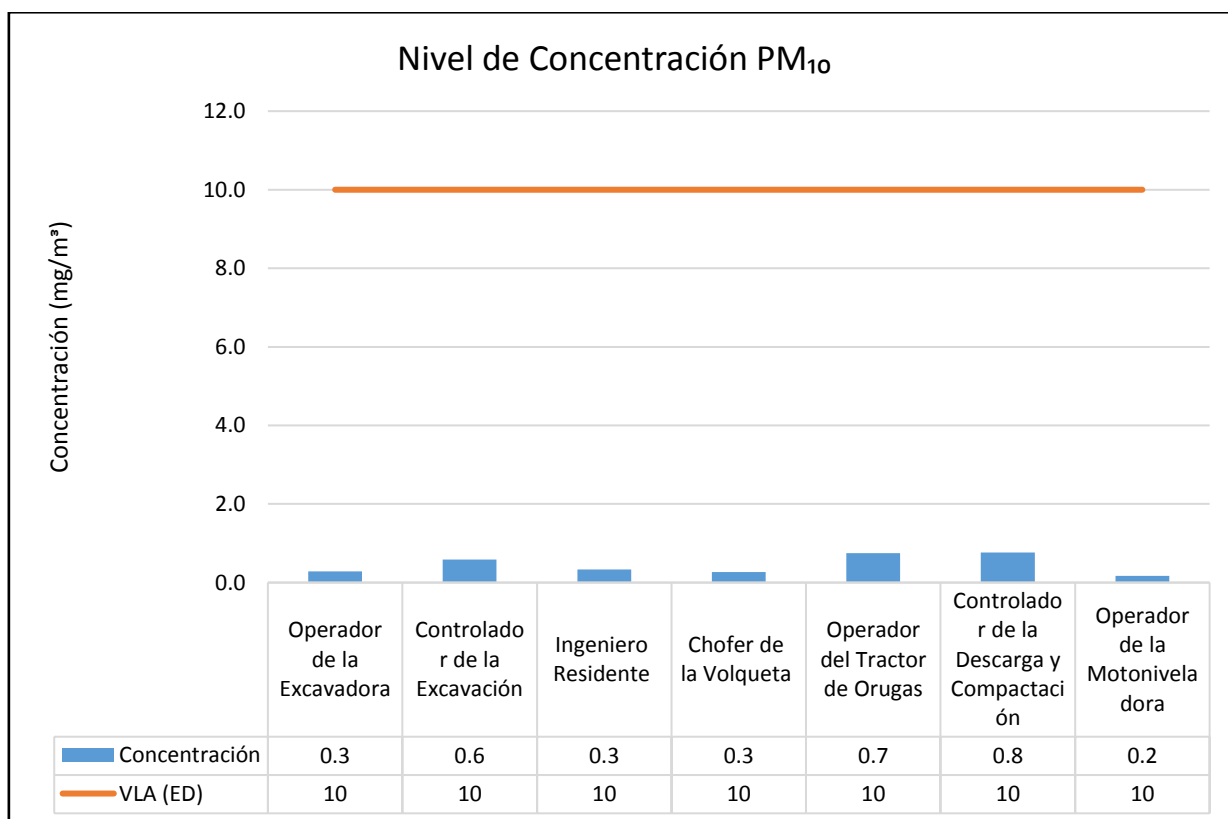
- Controlador de la Descarga y Compactación.

Utilizando las mascarillas antes mencionadas y para una jornada laboral de ocho horas (8H) las concentraciones son las siguientes:

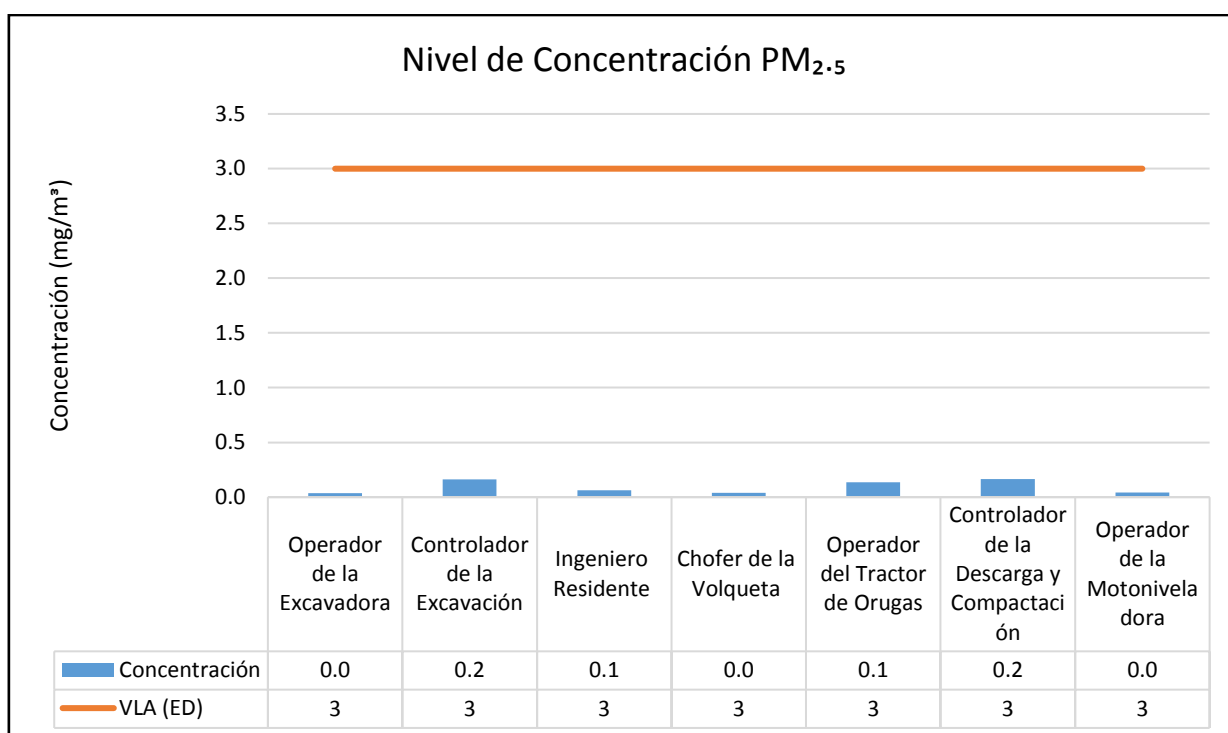
**Tabla 18:** Comparación de la Concertación Ponderada para Ocho Horas con el VLA-ED.

TRABAJADOR	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	CONCENTRACIONES				
		FRACCIÓN INHALABLE		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN RESPIRABLE	
		MATERIAL PARTICULADO			MATERIAL PARTICULADO	
		(PM <sub>10</sub> ) mg/m³			(PM <sub>2.5</sub> ) mg/m³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	0.3	10.0	SI CUMPLE	0.0	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	0.6		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Ingeniero Residente	0.3		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	0.3		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	0.7		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	0.8		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	0.2		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015						

**Gráfico 19:** Comparación de los Niveles de PM<sub>10</sub> con el VLA-ED.



**Gráfico 20:** Comparación de los Niveles de PM<sub>2.5</sub> con el VLA-ED.



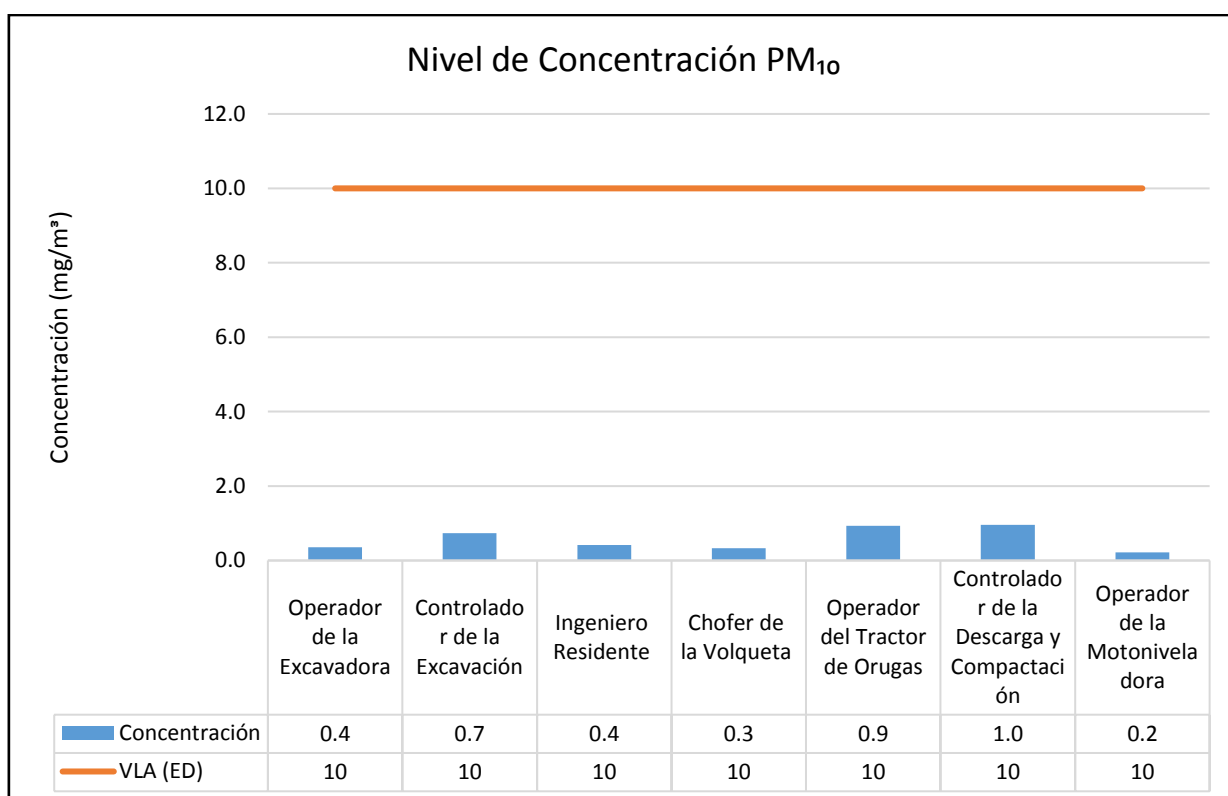
Utilizando las mascarillas antes mencionadas y para una jornada laboral de 10 horas (10H) las concentraciones son las siguientes:

**Tabla 19:** Comparación de la Concentración Ponderada para 10 Horas con el VLA-ED.

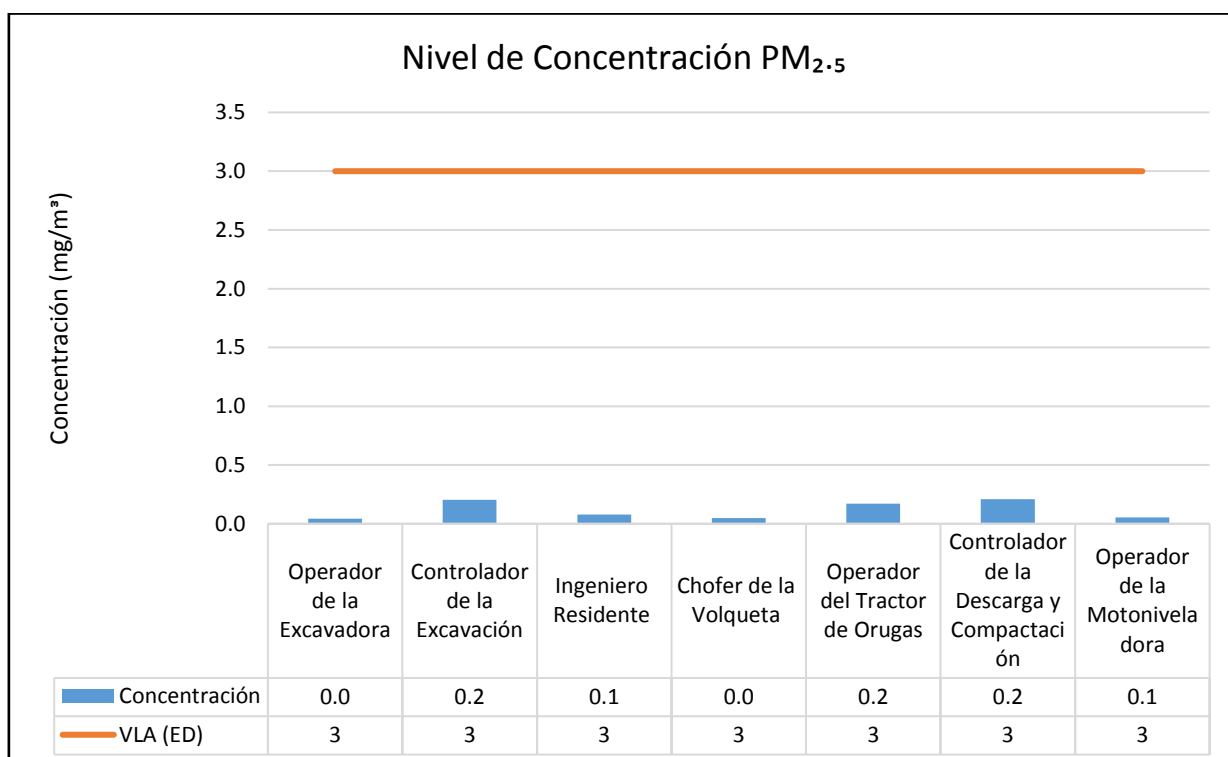
TRABAJADOR	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	CONCENTRACIONES				
		FRACCIÓN INHALABLE MATERIAL PARTICULADO (PM <sub>10</sub> ) mg/m³		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN RESPIRABLE MATERIAL PARTICULADO (PM <sub>2.5</sub> ) mg/m³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	0.4	10.0	SI CUMPLE	0.0	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	0.7		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Ingeniero Residente	0.4		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	0.3		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	0.9		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	1.0		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	0.2		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE

LP\*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015

**Gráfico 21:** Comparación de los Niveles de  $PM_{10}$  con el VLA-ED.



**Gráfico 22:** Comparación de los Niveles de  $PM_{2.5}$  con el VLA-ED.



#### 4.3. Señalización en el lugar de trabajo

La colocación de señales preventivas que indican los peligros a los que están expuestos en el lugar de trabajo. El contratista del proyecto tiene la obligación de colocar

señalización preventiva, informativa, de obligación e informativa con el fin de prevenir riesgo que sean identificado fácilmente para los trabajadores o personal que ingrese al proyecto (ACUERDO-0174, 2016, pág. 59).

La señalización se debe colocar en lugares visibles deben estar en buen estado, evitando palabras en la señalización y preferir simbología normada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización o normativa internacional.

#### **4.3.1. Señalización ubicada en campo**

En el proyecto hay señalización que obliga el uso de equipos de protección personal como se detalla a continuación:



*Fotografía 12: Señalización de uso obligatorio de Equipos de Protección Personal.*

#### **4.3.2. Equipos de Protección Personal**

A los trabajadores se les dotará de los siguientes equipos de protección personal:

- Casco
- Overol con cinta reflectante
- Gafas
- Mascarillas 8210V
- Botas puntas de acero



**Fotografía 13:** Equipos de Protección Personal dotados a los trabajadores.

#### **4.3.2.1. Instrucciones de Uso de la Mascarilla 8210V**

Es importante conocer la manera en la cual se debe colocar la mascarilla 8210V correctamente para evitar que el equipo de protección no perjudique al trabajador.

Pasos que se deben seguir para una colocación adecuada de la mascarilla 8210V.



**1** Coloque el respirador cubriendo su boca y nariz. Asegúrese que el clip metálico quede arriba. Con los modelos 8210V, pre-estire las bandas antes de colocar el respirador.



**2** Lleve la banda superior sobre su cabeza hasta apoyarla en la corona de la cabeza sobre sus orejas.



**3** Lleve la banda inferior sobre su cabeza hasta apoyarla por debajo de sus orejas.



**4** Utilizando los dedos índice y medio de ambas manos, empezando por la parte superior, moldee el clip metálico alrededor de la nariz para lograr un ajuste seguro (3M COLOMBIA, 2016).

#### **4.3.2.2. Verificación del Ajuste de la Mascarilla 8210V.**

La verificación de que el equipo de protección personal este colocado adecuadamente es la única forma de garantizar que este realice su función y ayude a prevenir que el trabajador sufra una enfermedad por la actividad que realiza.



##### **Prueba de Ajuste de Presión Positiva**

**1ª Para respiradores sin válvula.** Coloque ambas manos sobre el respirador cubriéndolo totalmente, y exhale. El respirador deberá inflarse levemente. Si sale aire por los bordes del respirador, reposiciónelo y reajuste el clip metálico hasta lograr un ajuste seguro. Si no lograr un ajuste correcto **no ingrese** en el área contaminado. Vea a su supervisor.



##### **Prueba de Ajuste de Presión Negativa**

**1b Para respiradores con válvula.** Coloque ambas manos sobre el respirador e inhale con fuerza. El respirador deberá hundirse levemente. Si entra aire por los bordes del respirador, colóqueselo nuevamente y reajuste el clip metálico hasta logara un ajuste correcto no ingrese en el área contaminada. Vea a su supervisor (3M COLOMBIA, 2016).

#### **4.3.2.3. Equipo de Protección Ocular**

El equipo de protección ocular previene el contacto directo de objetos y partículas hacia los ojos, además que brinda un confort a los trabajadores ya que genera seguridad al realizar las actividades de trabajo. Por lo cual se recomienda el uso del equipo de protección ocular Maxim el cual cumple con las especificaciones de la normativa europea EN166 (Ver Anexo 4).

## 5. CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Por la falta de una normativa ecuatoriana que regule la concentración máxima de polvo en la higiene industrial a la que puede estar expuesto un trabajador en el lugar de trabajo se utilizó la normativa española que se hace referencia en la tabla 3.
- Las concentraciones de material particulado fueron ponderadas para 8 y 10 horas respectivamente, este proceso se realizó para determinar si la concentración ponderada de ocho horas no sobrepasaba los valores límites ambientales. Mientras que la jornada real de los trabajadores fue de 10 horas diarias por un retraso en el cronograma de la obra. Lo dicho se puede verificar en la tabla 15 y 16.
- La concentración del material particulado fracción respirable  $PM_{2.5}$  que se determinó en el lugar de trabajo del operador del tractor de orugas en la jornada de 8 horas fue  $2.7mg/m^3$  este no sobrepasa el valor límite ambiental (VLA-ED) como se indica en la tabla 15, cuando se pondera la concentración para 10 horas que es el tiempo real de trabajo el nivel de concentración fue  $3.4mg/m^3$  este sobrepasa el VLA-ED y no cumple con la normativa como se indica en la tabla 16.
- Los trabajadores que sobrepasan los niveles de concentración de  $10mg/m^3$  para  $PM_{10}$  son: controlador de la excavación con una concentración de  $11.7mg/m^3$ , operador del tractor de orugas con una concentración de  $14.9mg/m^3$ , controlador de la descarga y compactación con una concentración de  $15.3 mg/m^3$  como se indica en el gráfico 15 para la jornada de 8 horas.
- Los trabajadores que superan los niveles de concentración de  $3mg/m^3$  para  $PM_{2.5}$  son: controlador de la excavación con una concentración de  $3.3mg/m^3$ , controlador de la descarga y compactación con una concentración de  $3.3 mg/m^3$  como se indica en el gráfico 16 para la jornada de 8 horas.
- Los trabajadores que exceden los niveles de concentración de  $10mg/m^3$  para  $PM_{10}$  son: controlador de la excavación con una concentración de



14.6mg/m<sup>3</sup>, operador del tractor de orugas con una concentración de 18.7mg/m<sup>3</sup>, controlador de la descarga y compactación con una concentración de 19.1 mg/m<sup>3</sup> como se indica en el gráfico 17 para la jornada de 10 horas.

- Los trabajadores que exceden los niveles de concentración de 3mg/m<sup>3</sup> para PM<sub>2.5</sub> son: controlador de la excavación con una concentración de 4.1mg/m<sup>3</sup>, operador del tractor de orugas con una concentración de 3.4mg/m<sup>3</sup>, controlador de la descarga y compactación con una concentración de 4.2 mg/m<sup>3</sup> como se indica en el gráfico 18 para la jornada de 10 horas.
- El tractor de orugas es una maquinaria antigua que no cuenta con una cabina de protección para el operador, debido a esto no existe una barrera que disminuya la concentración de polvo alrededor de la zona de respiración del mismo.
- Se observa que a los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de PM<sub>10</sub> como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: 5.7mg/m<sup>3</sup>, 5.4mg/m<sup>3</sup>, 3.5mg/m<sup>3</sup> respectivamente como se observa en el gráfico 15 para una jornada de 8 horas.
- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de PM<sub>2.5</sub> como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: 0.7mg/m<sup>3</sup>, 0.8mg/m<sup>3</sup>, 0.9mg/m<sup>3</sup> respectivamente como se observa en el gráfico 16 para una jornada de 8 horas.
- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de PM<sub>10</sub> como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: 7.1mg/m<sup>3</sup>, 6.7mg/m<sup>3</sup>, 4.3mg/m<sup>3</sup> respectivamente como se observa en el gráfico 15 para una jornada de 10 horas.

- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de  $PM_{2.5}$  como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron:  $0.9mg/m^3$ ,  $1.0mg/m^3$ ,  $1.1mg/m^3$  respectivamente como se observa en el gráfico 15 para una jornada de 10 horas.
- Las concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  a las que están expuestos los trabajadores son perjudiciales para la salud ya que sobrepasan los valores límites ambientales VLA – ED, por lo tanto, se debe realizar medidas de control para minimizar la afectación de los mismos y cumplir con la normativa de salud ocupacional en la industria de la construcción.
- En la industria de la construcción realizar un control en la fuente generadora de polvo es muy complicado, por lo que se optó realizar un control en la fuente, mediante el riego de agua con tanquero cada dos horas tratando de mitigar con eso la generación de polvo por la circulación de la maquinaria, a pesar de usar estos tanqueros se observa que no es lo suficiente para mitigar la concentración a la que están expuestos los trabajadores y se debe dotar de equipos de protección personal (EPP).
- La mascarilla 8210V se escogió por la facilidad de compra en el mercado ecuatoriano además cumple con las especificaciones N95 de la norma 42CFR84 y con la norma NTE INEN 2 423:2005.
- La mascarilla 8210V es el equipo de protección personal que se debe dotar a los siguientes trabajadores que son: operador de la excavadora, ingeniero residente, chofer de la volqueta, operador de la motoniveladora, por motivo que no sobrepasan el VLA-ED esta medida de control se genera por confort en el trabajo.
- El Respirador 3M<sup>MR</sup> serie 6500 es el equipo de protección personal que se debe dotar a los siguientes trabajadores que son: controlador de la excavación, operador del tractor de orugas, controlador de la descarga y compactación, que sobrepasan el VLA-ED. Se utiliza este equipo por la concentración a la que están expuestos los trabajadores antes mencionados

y aprovechar que el equipo tiene una mayor vida útil que la mascarilla 8210V.

- Con la utilización de las mascarillas las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se reducen en un 95% siempre y cuando la mascarilla se encuentre en perfecto estado sin agujeros y una colocación adecuada. Las concentraciones se indican en los gráficos 19 y 20 para una jornada de 8 horas.
- Con la utilización de las mascarillas las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se reducen en un 95% siempre y cuando la mascarilla se encuentre en perfecto estado sin agujeros y una colocación adecuada. Las concentraciones se indican en los gráficos 21 y 22 para una jornada de 10 horas

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- La señal de obligación de uso de equipos de protección personal debe ser renovada con un periodo de tiempo y colocada en un lugar de fácil visibilidad para que los trabajadores o personas extrañas al proyecto estén informados y de esta forma prevenir algún accidente laboral.
- Para controlar el medio donde se origina el polvo se recomienda realizar un riego con tanquero más seguido con un tiempo de por lo menos una hora y media dependiendo el tipo de clima que se encuentre el día.
- Si el riego de agua con tanquero no es muy factible se recomienda utilizar compuestos bituminosos o compuestos químicos que ayudan a evitar que exista una generación de polvo por la circulación de la maquinaria.
- Desarrollar un control sobre las mascarillas y evitar que estén saturadas con polvo, si el caso fuera que ya está demasiado saturado con polvo realizar un cambio inmediato del equipo de protección personal.
- Para el operador del tractor de orugas, controlador de la excavación y controlador de la descarga y compactación se recomienda por durabilidad y comodidad de los trabajadores usar Respirador 3M<sup>MR</sup> serie 6500 que cumple con la misma función de la mascarilla 8210V, pero tiene una mayor vida útil.

- Evitar que los trabajadores utilicen cualquier otro accesorio extraño al equipo de protección personal que no esté normado y avaluado esto para prevenir una enfermedad por contaminación de polvo.
- Por los datos obtenidos en la investigación y por motivo de mejorar el confort de los trabajadores se recomienda la utilización de un equipo de protección ocular el mismo que previene que los trabajadores no presentes afectaciones en su salud. Mediante la dotación del equipo de protección ocular Maxim (Ver Anexo 4).

## ANEXO 1



Met One  
Instruments

1600 Washington Blvd  
Grants Pass, OR 97526  
(541) 471-7111  
(541) 471-7116 (Fax)  
Service@metone.com

## Calibration Certificate

The calibration results on this report certify that this instrument complies with the product specifications at the time of calibration. Calibration was performed according to accepted industry methods using equipment, procedures, and standards that are traceable to NIST and ASTM and JIS.

Recommended calibration interval is 12 months from the first day of use.

Instrument Model# Aerocet-531S

Instrument Serial# R14320

Date of Calibration 4/25/2016

Sensor # 12236

Darleen Best *AT*

Calibration Technician

Quality Check *R. J.*

Temperature 25.5 °C

Relative Humidity 30.5 %


Test Procedure: **AEROCET-531S-6100**

PSL Size (µm)	Test Results	Test Spec.	Lot# NIST	Expiration
0.5	Pass	± 10%	39699	07/30/2017
0.7	Pass	± 10%	43070	3/31/2017
1.0	Pass	± 10%	40849	07/31/2017
2.5	Pass	± 10%	38982	5/31/2017
5.0	Pass	± 10%	41903	04/30/2017
10.0	Pass	± 10%	39409	08/31/2017

Standards	Model	SN	Cal Due
Particle Counter	GT-526	M1760	5/30/2016
FLOWMETER	DC-L	537	3/17/2017
DMM	189 Multimeter	94060816	5/25/2016
RH/Temp Sensor	083E-1-35	H8055	8/6/2016


*This calibration certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of Met One Instruments Inc.*

## ANEXO 2



### CERTIFICATE OF CALIBRATION

#### Hum Temp Air Flow Meter



Manufacturer: Extech

Model Number: 45160

Serial Number: A-024120

Service Order: 18667

Reference Number: 18667-45160-A024120

Customer Name: ABGES Laboratorio  
Análisis Ambiental Cia Ltda

Calibration Date: November 11, 2015

Date Due: November 11, 2016

Temperature: 73.2 °F

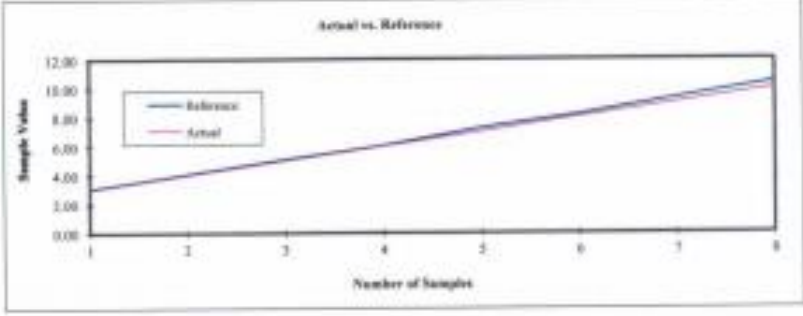
Relative Humidity: 50 %

Barometric Pressure: 30.08 inHg

Customer Address: Calle de los Machos 140 y Calle Anciano  
Edif. Arroyo Aguine, Piso 2

	Reference m/s	Actual m/s	Relative Difference	Percent Difference
1	3.07	3.0	0.07	2.28%
2	4.08	4.0	0.08	1.96%
3	5.11	5.0	0.11	2.15%
4	6.05	6.0	0.05	0.83%
5	7.24	7.0	0.24	3.31%
6	8.17	8.0	0.17	2.08%
7	9.32	9.0	0.32	3.43%
8	10.44	10.0	0.44	4.21%
Average	6.69	6.5	0.19	2.53%

Actual vs. Reference



Reference Temperature °C	Test Temperature °C	Percent of Standard
9.17 °C	9.8 °C	106.9
27.43 °C	27.3 °C	99.5
45.09 °C	44.5 °C	98.7

Reference Humidity %	Test Humidity %	Percent of Standard
20.92 %	20.5 %	98.0
55.45 %	52.5 %	94.7
87.66 %	85.7 %	97.8

Standards

Manufacturer	Description	Model	Serial Number	Certificate Number	Due Date
TSI	Anemometer	8455-06	06070226	1001744053	7/15/2016
Vaisala	Temp/RH	HMT333	H2920123	99679-150408	4/8/2016

This report may not be reproduced except in full and shall not be used to claim endorsement of The American Association for Laboratory Accreditation (A2LA). CTH Calibration Laboratory certifies that the instruments specified above meet the manufacturer's specifications and were calibrated using standards and instruments also listed below where the accuracy is traceable to National Institutes of Standards and Technology (NIST), and the calibration system and records are in compliance to ISO/IEC 17025:2005. Data presented in this report follows NIST-910-10, NIST-600-2 & NIST-600-5A or suitable replacement document and only relate to instruments at time of use.

The reported uncertainty of measurement is stated as the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor k = 2. The measured value and the associated expanded uncertainty represent the interval (y±U), which contains the value of the measured quantity with a probability of approximately a 95% confidence interval. The uncertainty was estimated following the guidelines of the ISO 17025 and the GUM. U = 2.6 % (Vel), 0.16 °C (Temp) & 1.0 %RH (Hum).

Calibrated By: Micah Corson - Calibration Technician

1806 South Highland Ave • Clearwater, FL 33796-1762 • USA • PH: (727) 584-5063 • FX: (727) 581-5921

Toll Free: (888) 873-2443 • Website: <http://www.cthequipment.com>

Date: 11/11/2015



## AS FOUND DATA

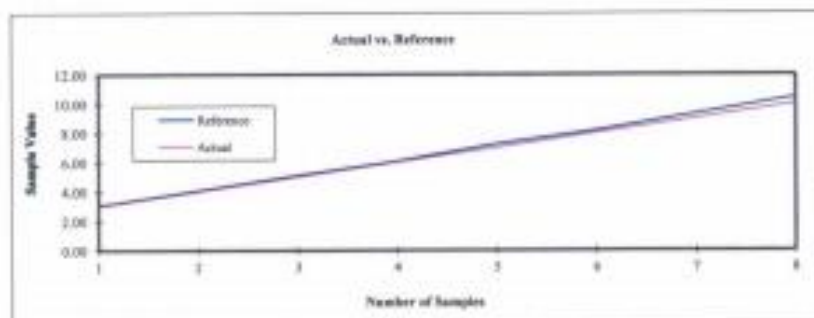


### Hum Temp Air Flow Meter

Manufacturer: Extech  
 Model Number: 45160  
 Serial Number: A.024120  
 Service Order: 18667  
 Reference Number: 18667-45160-A.024120  
 Customer Name: ABGES Laboratorio  
Analitico Ambiental Cia Ltda

Calibration Date: November 11, 2015  
 Temperature: 73.2 °F  
 Relative Humidity: 50 %  
 Barometric Pressure: 30.08 inHg  
 Customer Address: Calle de las Palmas 143 y Julio Arévalo  
Edif. Arroyo Aguirre, Piso 2

	Reference m/s	Actual m/s	Relative Difference	Percent Difference
1	3.07	3.0	0.07	2.28%
2	4.08	4.0	0.08	1.96%
3	5.11	5.0	0.11	2.15%
4	6.05	6.0	0.05	0.83%
5	7.24	7.0	0.24	3.31%
6	8.17	8.0	0.17	2.08%
7	9.32	9.0	0.32	3.43%
8	10.44	10.0	0.44	4.21%
Average	6.69	6.5	0.19	2.53%



Reference Temperature °C	Test Temperature °C	Percent of Standard
9.17 °C	9.8 °C	106.9
27.43 °C	27.3 °C	99.5
45.09 °C	44.5 °C	98.7

Reference Humidity %	Test Humidity %	Percent of Standard
20.92 %	20.5 %	98.0
55.45 %	53.5 %	96.3
87.66 %	85.7 %	97.8

### Standards

Manufacturer	Description	Model	Serial Number	Certificate Number	Due Date
TSI	Anemometer	8435-06	02070226	1001744053	7/15/2016
Vaisala	Temp/RH	HMT333	HC920123	89679-150408	4/8/2016

This report may not be reproduced except in full and shall not be used to claim endorsement of The American Association for Laboratory Accreditation (A2LA). CIH Calibration Laboratory certifies that the instrument specified above meets the manufacturer's specifications and was calibrated using standards and instruments also listed below where the accuracy is traceable to National Institutes of Standards and Technology (NIST), and the calibration systems and records are in compliance to ISO-9001:2008. Data presented in this report follows NIST-1013G, NIST-6000G & NIST-6001A, or suitable replacement document and only relates to instruments at time of test.

The reported uncertainty of measurement is stated as the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k = 2$ . The measured value and the associated expanded uncertainty represent the interval  $(y \pm U)$ , which contains the value of the measured quantity with a probability of approximately a 95% confidence interval. The uncertainty was estimated following the guidelines of the ISO 17025 and the GUM.  $U = 2.6\%$  (Vel),  $0.36\%$  (Temp) &  $2.0\%$  RH (Hum).

Technician:

Date: 11/11/2015

Micah Corson - Calibration Technician  
 1806 South Highland Ave • Clearwater, FL 33756-1762 • USA • PH: (727) 584-5063 • FX: (727) 581-9921  
 Toll Free: (888) 873-2443 • Website: <http://www.cih-equipment.com>



## Respirador 8210 V (N95)



### Hoja Técnica

#### Descripción

El respirador libre de mantenimiento 3M 8210V brinda la misma y efectiva protección respiratoria contra partículas sólidas y líquidas sin aceite que el respirador 8210, pero con la incorporación de una válvula de exhalación Cool Flow (válvula de aire fresco) que ofrece mayor comodidad y frescura al usuario, especialmente para trabajos que implican calor, humedad o largos periodos de uso.

Es fabricado con un Medio Filtrante cargado electrostáticamente, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión. Su forma convexa, el diseño de sus bandas elásticas, la espuma de sellado y el clip de aluminio para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.

#### Aplicaciones

Triturado  
Lijado  
Aserrado  
Carpintería  
Empacado  
Cementos  
Construcción  
Agroquímicos  
Minería  
Alimenticia

y en general material particulado en ambientes que no contengan características oleosas (Ej.: Trabajos con evaporación de aceites a altas temperaturas).

#### Instrucciones de Uso

No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición.

No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.

No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones

No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos, asbestos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena, en exposición directa

#### Aprobaciones

Certificado por NIOSH (National Institute for Occupational Safety And Health) de Estados Unidos bajo la especificación N95

de la norma 42CFR84.

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, heno y sílice, producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: ensacado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos no aceitosos.

#### Características

Cintas elásticas: Elastomero color amarillo.

Clip metálico: Aluminio.

Esponja interna: Poliuretano.

Elemento filtrante: Tela no tejida de polipropileno y poliéster.

Válvula: Cool Flow Válvula, Color blanco

Peso aprox.: 10gms.

#### Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal pérdida o daños ya sean directos o consecuentes que resulten del uso de este producto.

Antes de usarlo, el usuario deberá determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.



# Respirador 3M<sup>MR</sup> Serie 6500

## Hoja Técnica

### Descripción

El respirador reutilizable de media cara Serie 6500 3M<sup>TM</sup> fue creado para brindar comodidad y resistencia en lugares de trabajo sucios, calurosos y de condiciones difíciles. Sus características más relevantes son su sello facial de silicona suave pero firme que le permite mantenerse estable sobre el rostro y su sistema "Quick Latch" que permite deslizar el respirador hacia abajo de la barbilla, dejando la cara libre sin necesidad de tener que quitarse otros EPP tales como el casco, lentes de seguridad u orejeras.

### Certificación

El respirador serie 6500, filtros compatibles, pre-filtros y cartuchos cumplen con NIOSH 42CFR84.

### Uso

Use filtros 3M<sup>TM</sup> serie 2000, 5000 y 7000 y cartuchos serie 6000 para ayudar a proteger al usuario contra ciertas partículas, gases y vapores de acuerdo a la aprobaciones NIOSH correspondientes. En la actualidad, respirador serie 6500 NO está aprobado para su uso con suministro de aire.

### Características

- **Sello facial de silicona texturizada**
  - ✓ Ofrece comodidad y estabilidad gracias a un sello suave pero firme
  - ✓ Vida útil más extensa gracias al material de silicona resistente
  - ✓ Más liviana que los respiradores de media cara 3M serie 6200 y 7500
  - ✓ Conserva su forma en entornos de altas temperaturas
- **Diseño sobremoldeado y de perfil bajo**
  - ✓ Limpieza y mantenimiento simplificados con una menor cantidad de piezas y hendiduras
  - ✓ Avanzado diseño de pieza facial de media cara que brinda un campo visual amplio
  - ✓ Compatibilidad con ciertas caretas de soldar/esmerilar
- **Diseño de cubierta de la válvula**
  - ✓ Dirige el aire exhalado y la humedad hacia abajo
  - ✓ Simplifica la prueba de sellado de presión positiva
- **Arnés ajustable**
  - ✓ Suspensión con tres posiciones
  - ✓ Correas de larga duración de poliéster/spandex



### •Quick Latch<sup>TM</sup>

- ✓ Permite deslizar el respirador por las cejas, fuera de la cara y hacia abajo de la barbilla
- ✓ Puede ser accionado con una mano, para poner y sacar el respirador de manera rápida y fácil

### •Válvula Cool Flow<sup>TM</sup>

- ✓ Mayor comodidad porque reduce el calor y la humedad
- ✓ Facilita la respiración gracias al diseño único de la válvula

### • Conexión de Bayoneta 3M<sup>TM</sup>

- ✓ Lo hace compatible con los cartuchos y filtros estilo bayoneta de 3M<sup>TM</sup>

### •Peso y Dimensiones aproximadas

	6502QL
Alto	127mm
Ancho	114mm
Profundidad	80mm
Peso	112gr

### Certificación

El respirador serie 6500, filtros compatibles, pre-filtros y cartuchos cuentan con certificación NIOSH 42CFR84. En la actualidad, respirador serie 6500 NO está aprobado para su uso con suministro de aire.

### Industrias Sugeridas

- Industria Pesada
- Minería
- Industria Química y Petroquímica
- Mantenimiento, Soldadura y metalmecánica
- Industria Farmacéutica
- Industria de Alimentos, agricultura y agro-industria

El Poder para Proteger Tu Mundo <sup>SM</sup>



### Uso

Use filtros 3M™ serie 2000, 5000 y 7000 y cartuchos serie 6000 para ayudar a proteger al usuario contra ciertas partículas, gases y vapores de acuerdo a la aprobaciones NIOSH correspondientes.

### Limitaciones de Uso

- No debe ser usado en atmósferas con menos de 19.5% Oxígeno.
- No debe ser usado en atmósferas inmediatamente peligrosas a la salud o la vida.
- No exceda las concentraciones máximas para su uso establecidas por ley.
- Siga un calendario establecido de recambio de cartuchos u observe el dispositivo ESLI para asegurar que los cartuchos sean reemplazados antes que se saturen.
- No usar o mantener este producto adecuadamente puede resultar en enfermedad o muerte.
- La legislación Americana OSHA requiere que las gafas de seguridad (antiparras) usado en presencia de formaldehído deben ser a prueba de gases.
- Siga las instrucciones de Usuario, incluyendo el cambio de cartuchos y/o filtros.
- Todo respirador aprobado debe ser seleccionado, ajustado, usado y mantenido de acuerdo con la ley OSHA, MSHA, y otra legislación aplicable.
- Nunca sustituya, modifique, añada, u omita partes. Solo use partes de reemplazo originales especificadas por el fabricante.
- Vea y siga las Instrucciones de Usuario, y/o manuales de mantenimiento para información sobre el uso y mantenimiento de estos respiradores.
- NIOSH no evalúa respiradores para su uso como mascareras quirúrgicas.

### Empaque

Stock	No. Parte	Descripción	Caja x Cánton
70071621828	6501QL	Respirador Reusable media cara con Quick Latch Pequeño 3M™	10
70071621844	6502QL	Respirador Reusable media cara con Quick Latch Mediano 3M™	10
70071621869	6503QL	Respirador Reusable media cara con Quick Latch Grande 3M™	10
70071622404	6582	Amás para respirador media cara 6500QL 3M™	20
70071622412	6583	Válvula de Exhalación	10
70070710986	6893	Válvula de Inhalación	200

### Mantenimiento

Siga las recomendaciones de limpieza y mantenimiento en las Instrucciones de Usuario incluidas con el empaque del producto.

### PRECAUCIONES

La selección, uso, y mantenimiento adecuado de los respiradores ayuda a proteger contra ciertos contaminantes reduciendo las concentraciones en el aire por debajo de los Límites de Exposición Ocupacionales (LEO). Es esencial seguir todas las instrucciones y legislación aplicables al uso de este producto, incluyendo usarlo como parte de un sistema completo de protección respiratoria en todo momento que se esté expuesto para que el producto pueda ayudar a proteger al usuario. El mal uso del respirador podría resultar en sobre exposición a contaminantes y provocar enfermedad o muerte. Para más información sobre el uso correcto del respirador consulte con su supervisor, vea las instrucciones de usuario de este producto o comuníquese con Servicio Técnico 3M.

### Limitación de Responsabilidades

3M no otorga garantías, explícitas o implícitas, de comercialización o de uso para un propósito particular de este producto. Es responsabilidad del usuario decidir sobre su uso y/o aplicación, por lo que 3M no será responsable de los posibles daños y perjuicios derivados del uso del producto, independientemente que sean directos, indirectos, especiales, consecuentes, contractuales, o de cualquier otra naturaleza.

La única y exclusiva responsabilidad de 3M, en caso de que el producto resulte defectuoso, será la del reemplazo del producto o devolución del precio de compra.

Para Mayor Información:  
3M México, S.A. de C.V.  
Personal Safety Division

☎ 5270 2255, 5270 2119 del interior 01800712 06 46  
✉ [3msaludocupacional@mmm.com](mailto:3msaludocupacional@mmm.com)

El Poder para Proteger Tu Mundo <sup>SM</sup>



## ANEXO 4

# Estilo y Protección Confiable



## Maxim



- Gran variedad de policarbonatos que brindan protección ante los distintos riesgos de la industria.
- Laca OX: ofrece mayor resistencia al empujamiento, rayaduras, estática y agresiones químicas.
- Inserto para anteojos de prescripción opcional.
- Lentes asféricas patentadas para un campo de visión de 180°, cobertura excelente sobre los ojos y una calidad óptica perfecta. Aportan mayor protección del ojo al permitir una mayor curvatura del lente sin generar distorsión.
- Marcos superflexibles con garantía de por vida.
- Patillas planas con ajuste pantoscópico: diseñado especialmente para utilizar con cascos o protectores auditivos de copa.
- Patillas con ajuste curvo giratorio.
- Caja superior acolchonada: de doble inyección que aumenta el confort y una absorción de golpe.
- Puente nasal suave, ventilado y ajustable.
- Banda elástica opcional: para operaciones que impliquen inclinación de la cabeza.
- Hecho en USA.



Ocular	Color	Tratamiento	Filtro
	Transparente	DX - AS - RP	UV
	Negro	DX - AS - RP	Solar
	Amarillo	DX - AS - RP	UV - Luz Azul
	Indoor/Outdoor	DX - AS - RP	Solar - Gris
	Mineral	DX - AS - RP	Soldadura (SA-R)
	RG	DX - AS - RP	Soldadura (SA-R)
	RG	DX - AS - RP	Soldadura (SA-R)

## Inserto Maxim

- Inserto para colocar lentes de prescripción, quedando éstas protegidas detrás del policarbonato.
- Permite la aplicación de lentes bifocales.
- Por el diseño del conjunto con el antejo Maxim, el inserto queda más cerca del policarbonato evitando el contacto con los ojos.
- Es más grande y mucho más liviano que otros modelos de insertos.



## BIBLIOGRAFÍA:

- 3M. (2003). 3M Guía de Selección de Protección Respiratoria. *3M Innovación*, 60.
- 3M COLOMBIA. (19 de DICIEMBRE de 2016). Obtenido de HOJA TECNICA:  
<http://multimedia.3m.com/mws/media/888288O/ficha-tecnica-3m-respirador-desechable-8210v.pdf>
- ABGES. (2016). *Mediciones de Concentraciones de Material Particulado por el Movimiento de tierras en la Ampliación de la Av. Simon Bolivar Sector Pomasqui*. QUITO: ABGES Laboratorio Analítico Ambiental Cía. Ltda.
- ACUERDO-0174. (16 de Agosto de 2016). *Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcci%C3%B3n-y-Obras-P%C3%ABlicas.pdf>
- ANDINA, C. (2005). *Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Baraza Sanchez, X. C. (2014). *Higiene industrial*. Editorial UOC.
- C. Martínez, A. Q. (11 de Diciembre de 2016). *Enfermedades pulmonares profesionales por inhalación de polvos inorgánicos*. Obtenido de <http://ladep.es/ficheros/documentos/enfermedades%20pulmonares%20profesionales.pdf>
- Código de trabajo. (Marzo de 2015). *www.trabajo.gob.ec*. Obtenido de Código de trabajo: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/CODIGO-DEL-TRABAJO-1.pdf>
- ECURED. (30 de Noviembre de 2016). *ECURED*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Materia\\_inorg%C3%A1nica](https://www.ecured.cu/Materia_inorg%C3%A1nica)
- Epmmp. (30 de Mayo de 2013). *Proyectos*. Obtenido de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/proyectos/obra-publica-/prolongacion-simon-bolivar>
- Epmmp. (6 de Mayo de 2013). *Sala de Prensa*. Obtenido de <http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/index.php/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/item/757-inici%C3%B3-construcci%C3%B3n-de-la-prolongaci%C3%B3n-de-la-av-sim%C3%B3n-bol%C3%ADvar>
- GOOGLE. (3 de OCTUBRE de 2016). Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=aerocet+531s&rlz=1C1AVNE\\_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiH5LiIsb\\_PAhXRth4KHei0BIwQ\\_AUIBigB#imgdii=gCGychGbOYobQM%3A%3BgCGychGbOYobQM%3A%3BFzfIfZWUWIP\\_4vM%3A&imgcr=gCGychGbOYobQM%](https://www.google.com.ec/search?q=aerocet+531s&rlz=1C1AVNE_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiH5LiIsb_PAhXRth4KHei0BIwQ_AUIBigB#imgdii=gCGychGbOYobQM%3A%3BgCGychGbOYobQM%3A%3BFzfIfZWUWIP_4vM%3A&imgcr=gCGychGbOYobQM%)
- GOOGLE. (4 de OCTUBRE de 2016). Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=EXTECH+45160&rlz=1C1AVNE\\_enEC](https://www.google.com.ec/search?q=EXTECH+45160&rlz=1C1AVNE_enEC)

666EC666&espv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjgh7WgmMHPAhXKPB4KHxOiB20Q\_AUIBygC#imgsrc=eaKva-LERvdz-M%3A

GOOGLE. (13 de Octubre de 2016). Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=se%C3%B1alización+preventiva+para+el+polvo&rlz=1C1AVNE\\_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiPxIj0hdjPAhXKqB4KHUCyCywQ\\_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=se%C3%B1alización+obligatoria+uso+de+ma](https://www.google.com.ec/search?q=se%C3%B1alización+preventiva+para+el+polvo&rlz=1C1AVNE_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=613&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiPxIj0hdjPAhXKqB4KHUCyCywQ_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=se%C3%B1alización+obligatoria+uso+de+ma)

GOOGLE. (13 de Octubre de 2016). Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=se%C3%B1al+de+advertencia+de+polvo&rlz=1C1AVNE\\_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwil2fqSjNjPAhUfKB4KHT9CD5IQ\\_AUIBigB#q=se%C3%B1al%20de%20advertencia%20de%20polvo&tbm=isch&tbs=rimg%3](https://www.google.com.ec/search?q=se%C3%B1al+de+advertencia+de+polvo&rlz=1C1AVNE_enEC666EC666&espv=2&biw=1366&bih=662&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwil2fqSjNjPAhUfKB4KHT9CD5IQ_AUIBigB#q=se%C3%B1al%20de%20advertencia%20de%20polvo&tbm=isch&tbs=rimg%3)

IESS. (Diciembre de 2012). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

INSHT. (3 de octubre de 2016). *Evaluación de Riesgos Laborales*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf)

INSHT. (11 de Diciembre de 2016). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20\\_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2015/Limites%20de%20exposicion%202015.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2015/Limites%20de%20exposicion%202015.pdf)

INSHT. (11 de Diciembre de 2016). *NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II)*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp\\_554.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_554.pdf)

José Bartual Sánchez, X. G. (11 de Diciembre de 2016). *NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_244.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_244.pdf)

Manuel Jesús Falgán Rojo, A. C. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos de Asturias.

METONE. (3 de OCTUBRE de 2016). *AEROCET 531S MANUAL*. Obtenido de [http://www.metone.com/docs/531s\\_operationmanual.pdf](http://www.metone.com/docs/531s_operationmanual.pdf)

- ONCE, d. F. (30 de Noviembre de 2016). *discapnet*. Obtenido de [http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Prevencion\\_Riesgos/Enfermedades/Paginas/E\\_L\\_enfermedad\\_3.aspx](http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Prevencion_Riesgos/Enfermedades/Paginas/E_L_enfermedad_3.aspx)
- Quijano Parra, A., Quijano Vargas, M. J., & Henao Martínez, J. A. (enero-junio de 2010). Caracterización fisicoquímica del material particulado fracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de Santander-Colombia. *Redalyc*, 3.
- Resolucion N° C.D.513. (11 de Diciembre de 2016). *Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social*. Obtenido de [https://www.iess.gob.ec/es/ley-de-transparencia?p\\_p\\_auth=vaU5cHBP&p\\_p\\_id=20&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=exclusive&p\\_p\\_mode=view&\\_20\\_struts\\_action=%2Fdocument\\_library%2Fget\\_file&\\_20\\_groupId=10162&\\_20\\_folderId=51889&\\_20\\_name=43302](https://www.iess.gob.ec/es/ley-de-transparencia?p_p_auth=vaU5cHBP&p_p_id=20&p_p_lifecycle=1&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fget_file&_20_groupId=10162&_20_folderId=51889&_20_name=43302)
- Rojo, M. J. (2008). *Higiene Industrial manual práctico*. España: Fundación Luis Fernández Velasco.
- TELÉGRAFO, E. (8 de Mayo de 2013). *Prolongación de la Av. Simon Bolívar estará lista en el 2016*. Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/prolongacion-de-la-av-simon-bolivar-estara-lista-en-2016>
- UNE-EN. (1995). *NORMA UNE-EN 689*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4500/1/113755.pdf>
- www.ic.csic.es. (s.f.). *La prevencion de riesgos en el lugar de trabajo*. Obtenido de <http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>